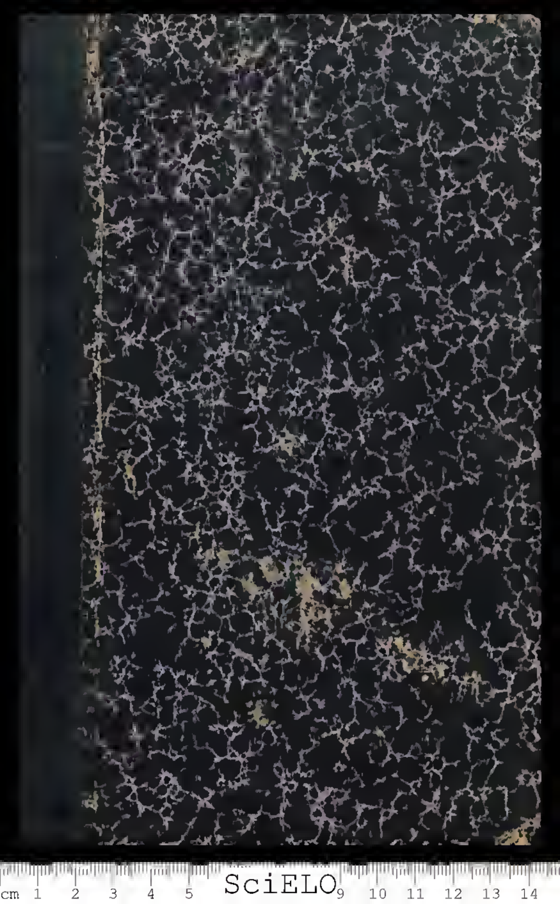



598.126
K91


INSTITUTO BUTANTAN
1 DE 1941
CIOTHECA

Giftschlangen

und die

Serumbehandlung der Schlangenbisse

Von

Prof. R. Kraus und Prof. Fr. Werner

Santiago de Chile — Wien

Mit 98 Abbildungen im Text





Jena
Verlag von Gustav Fischer
1931

Druck von Ant. Kämpfe, Jena.

Vorwort.

Aus der neueren Statistik über Bisse von Giftschlangen in Frankreich, Deutschland und dem südlichen Europa geht deutlich hervor, daß relativ zahlreiche Bisse jahraus, jahrein verzeichnet werden und daß infolge der Bisse schwere Vergiftungserscheinungen auftreten und auch Todesfälle nicht zur Seltenheit gehören. Über Giftschlangen und Folgen der Bisse und die spezifische Serumbehandlung sind europäische Ärzte nicht genügend unterrichtet, da man an der Universität nur wenig darüber erfährt, und moderne Nachschlagebücher in der deutschen Literatur fehlen.

Aus diesem Grunde haben wir uns entschlossen, ein kurzes Kompendium zusammenzustellen, welches dem Arzte in Europa und auch Ärzten, die in Tropengegenden reisen, ein Wegweiser sein dürfte. Durch die Zusammenarbeit eines Herpetologen, der auf diesem Gebiete tätig ist und eines Serologen, welcher Gelegenheit hatte, in Argentinien und Brasilien sich mit der Serumbereitung und Serumbehandlung gegen Schlangenbisse praktisch zu betätigen, ist der zoologische und auch der biologische Anteil als eine durchaus selbständige Bearbeitung anzusehen.

Das Buch beansprucht nichts weiter als das Interesse für Giftschlangen in Europa zu fördern zu dem Zwecke, die Opfer der Bisse durch eine rechtzeitige Serumbehandlung auf ein Minimum zu reduzieren.

Im September 1930. **Die Verfasser.**

Inhaltsübersicht.

I. Die Schlangen im allgemeinen, ihre Stellung im System der Reptilien.

Äußere und innere Merkmale.

Es gibt wohl nur wenige Tiere, die so sehr Gegenstand allgemeinen Interesses und großenteils auch Gegenstand allgemeiner Abscheu sind, wie die Schlangen. Schon seit den ältesten Zeiten hat sich der Mensch mit ihnen beschäftigt: es soll nur an die Schlange im Paradiese, an die Bedeutung erinnert werden, die der Uraeusschlange (Naia haie) im alten Ägypten zukam, wo ihr Bild als Abzeichen manchen Göttern (Sechmet, Harachte u. a.) zusammen mit der Sonnenscheibe zukam, an das Schlangenwunder Mosis mit derselben Art vor dem Pharao, an die göttliche Verehrung, die der Assalla oder Felsenschlange (Python Sebae) in Dahomey erwiesen wird und an den geheimnisvollen Schlangenkult des in Westindien lebenden Neger; an die Märchen und Sagen, die sich an unsere häufigste Schlange, die Ringelnatter knüpfen und die Schonung, die auch anderen Schlangen in verschiedenen Teilen Südeuropas zuteil wird — und endlich an all den Unsinn, den Leute, die sich dadurch besonderes Ansehen verschaffen wollten, seit jeher über Schlangen verbreitet haben und der noch heutzutage geglaubt wird, weil die wenigsten Menschen sich von der Unrichtigkeit dieser Mitteilungen überzeugen wollen, diese dagegen immer weiter verbreiten.

Es ist nicht immer die Furcht vor der Wirkung des Giftes, die die so verbreitete Scheu vor Schlangen hervorgerufen hat. Auch in Giftschlangen freien Gebieten ist sie vorhanden; auf Madagaskar dagegen, wo Giftschlangen fehlen, werden die Chamäleons als giftig gefürchtet. Es scheint im allgemeinen die Art der Bewegung, das lidlose starre Auge, die eigentümliche Bewegung der zweispaltigen Zunge den unheimlichen Eindruck hervorzurufen, den viele Menschen von Schlangen haben, der aber durchaus angelernt, nicht angeboren ist.

Jedermann glaubt zu wissen, wie eine Schlange aussieht, doch ist eine Diagnose bzw. eine sichere Unterscheidung von fußlosen Eidechsen durchaus nicht leicht und damit ist auch schon gesagt, daß die Schlangen im System den Eidechsen am nächsten stehen. Es gibt kein einziges leicht erkennbares Merkmal, um fußlose Eidechsen von Schlangen zu unterscheiden, nur durch die Kombination von solchen Merkmalen ist eine Unterscheidung möglich. Als Reptilien (Kriechtiere) im allgemeinen kennzeichnet sie leicht die beschuppte Haut; von den Schildkröten unterscheidet sie das Fehlen des knöchernen Hautpanzers, der Besitz von Zähnen, der Mangel von Gliedmaßen, von den Krokodilen gleichfalls die Fußlosigkeit, die den Kiefern und den Gaumen- und Flügelbeinen fest verwachsenen, nicht in Gruben (Alveolen) eingekeilten Zähnen, das Fehlen der knöchernen Rückenpanzer und der beweglichen Augenlider — was sie aber von den Eidechsen und Chamäleons trennt, sind Merkmale von geringerer Bedeutung. Das starre, nur ruckweise sich bewegende Auge ist bei den Schlangen durch eine durchsichtige Hautduplikatur bedeckt, die nichts anderes ist, als das glashelle untere Augenlid, das über das Auge gezogen und am oberen Rande mit dem rudimentären oberen Augenlid verwachsen ist; eine Erscheinung, die nicht nur bei den Schlangen, sondern auch bei verschiedenen Eidechsen in ganz gleicher Weise vorkommt; unter diesem uhrglasartigen Augendeckel liegt dann erst die Hornhaut des Auges. Der Mangel an Gliedmaßen ist gleichfalls bei Eidechsen weit verbreitet, in Europa bei der allbekannten Blindschleiche (Anguis fragilis); andererseits besitzen manche Schlangen (Wurmschlangen, Riesenschlangen) noch Reste des Beckens und der Hintergliedmaßen; ein Brustgürtel fehlt freilich allen Schlangen, ebenso wie die Vorderbeine.

Die zweispitzige Form der Zunge ist bei vielen Eidechsen, in extremer Ausbildung bei den sogenannten Varaniden der alten Welt, ausgeprägt und funktioniert bei diesen in ähnlicher Weise, wenn auch langsamer als bei den Schlangen. Das Fehlen der äußeren Ohröffnung, allen Schlangen zukommend, findet sich auch bei vielen Eidechsen. Sehr charakteristisch ist für die Mehrzahl der Schlangen, daß die Knochen des Gesichtsschädels nur durch Bänder zusammenhängen, ebenso wie auch die beiden Unterkieferäste am Kinnwinkel; bei den sogenannten Wurmschlangen ist die auf diese Weise erzielte weitgehende Ausdehnbarkeit des Rachens, wodurch das Verschlingen großer Beutetiere ermöglicht ist, sekundär wieder rückgebildet. Im allgemeinen ist bei Schlangen der Schwanz meist kürzer, sehr

selten ebensolang als der Rumpf; bei Eidechsen ist in der Regel der Schwanz länger als der Rumpf, doch gibt es hier viele Ausnahmefälle bei im Boden grabenden Arten; auch kommt es bei vielen Eidechsen zum Verluste des Schwanzes und das Regenerat ist dann in der Regel kurz und erreicht nicht die Länge des ursprünglichen Schwanzes. Bei den Schlangen fehlt die Regenerationsfähigkeit des Schwanzes vollständig, dasselbe ist aber auch bei vielen (freilich mit Gliedmaßen versehenen) Eidechsen der Fall.

Die Bauchseite ist bei den Schlangen in der Regel mit großen, quer verbreiterten Schuppen (Bauchschildern, Schienen) bedeckt, während bei den Eidechsen mehrere Längsreihen von Bauchschildern oder Schuppen vorhanden sind. Aber auch bei manchen Schlangen ist der Körper rundherum mit gleichartigen Schuppen bekleidet (so bei den Wurmschlangen und manchen Seeschlangen).

Auch die innere Organisation gibt uns wenige Mittel zur Unterscheidung von Schlangen und Eidechsen an die Hand. Die Asymmetrie der Lungen (im Extrem zur fast völligen Rückbildung der einen Lunge führend) findet sich außer bei den Schlangen auch bei fußlosen Eidechsen und das Fehlen der Harnblase ist gleichfalls bei verschiedenen Eidechsen zu finden; die männlichen Kopulationsorgane sind paarig bei Eidechsen wie bei Schlangen, die Fortpflanzungsorgane (Ovarien, Ovidukte) bei beiden im wesentlichen gleich, bei den fußlosen Eidechsen wie bei Schlangen auf beiden Seiten von der Mittellinie gegeneinander verschoben, ebenso wie die Nieren. Die Art und Weise der Fortpflanzung ist zwischen der Mehrzahl der Eidechsen und Schlangen weniger verschieden, als zwischen verschiedenen Eidechsen untereinander. Die Luftröhre ist bei den Schlangen länger als bei den fußlosen, schlangenartigen Eidechsen, ebenso ist auch bei den Schlangen das Herz weiter, manchmal (in Zusammenhang mit der Verlängerung der Giftdrüsen) sehr weit nach hinten verschoben.

Wenn wir also eine Schlange als solche charakterisieren wollen, so können wir das nur auf folgende Weise tun: Schlangen sind langgestreckte, beschuppte Reptilien ohne Vordergliedmaßen und Brustgürtel, ohne oder mit reduzierten Hintergliedmaßen und Beckengürtel; stets ohne bewegliche Augenlider, ohne äußere Ohröffnung; Schwanz höchstens körperlang; Bauch meist mit einer Reihe querverbreiteter Hornschilder, Schwanzunterseite mit ebenfalls einer (häufiger aber zwei) Reihen ähnlicher Schilder; Knochen des Ge-

1*

sichtsschädels durch Bänder verbunden ebenso wie beide Unterkieferhälften am Kinnwinkel.

Lungen unsymmetrisch, die linke kürzer oder ganz rudimentär; damit im Zusammenhange die betreffenden Lungengefäße rudimentär oder fehlend. Keine Harnblase; Kloakenöffnung quergestellt; männliche Kopulationsorgane paarig, in einer Tasche an der Schwanzwurzel zurückziehbar, oft mit Hornstacheln.

Da alle für uns in Betracht kommenden (Gift-) Schlangen in die Gruppe der Colubriden und Viperiden gehören, so kann man auch sagen: Schlangen mit rückgebildeten, unter Schuppen liegenden Augen, sehr kurzem, in einem Stachel endigenden Schwanz; Schlangen, die rundherum gleichmäßig beschuppt sind und einen runden Schwanz besitzen, sind niemals Giftschlangen; Schlangen deren Schwanz seitlich stark zusammengedrückt und am Ende abgerundet sind; Schlangen, die zwischen Nasenloch und Auge eine tiefe Grube haben, sind stets Giftschlangen.

Biologische Einteilung der Schlangen.

Leydig hat bereits im Jahre 1873 (A. f. mikr. Anat. 1873) histologisch als erster darauf hingewiesen, daß auch ungiftige Schlangen Giftdrüsen besitzen, und eine Reihe von Autoren konnten später Gifte in den Giftdrüsen bei ungiftigen Schlangen nachweisen. Der Giftnachweis bei den Trugnattern Opisthoglypha (Colubridae), erbracht durch Phisalix und Bertrand, Alcock, Rogers, Martins, Kraus (bei brasilianischen Schlangen) ist nur insofern interessant, als nach Duvernoy, Dumeril und Bibron diese Schlangen eine Übergangsform zwischen den giftigen und ungiftigen bilden sollen. Anatomisch entspricht die Glandula supralabialis dieser letzteren Schlangen in ihrem mittleren Teile den Giftdrüsen der giftigen und ist so wie letztere mit dem Giftzahn (Furchenzahn) in Verbindung, so daß das Gift ebenso wie bei den Protero- (Nattern) und Solenoglyphen (Ottern) durch den Biß in die Wunde gelangen kann. Praktisch sind aber diese Schlangen wegen der weit im Oberkiefer nach rückwärts gestellten Zähne ohne Bedeutung, wenn auch Bisse mit Vergiftungserscheinungen beschrieben sind. Experimentell läßt sich mit diesen Giften bei Tauben, Kaninchen nach intravenöser Injektion ein akuter Tod herbeiführen. Genaue Studien über diese Gifte fehlen bis heute, da die Menge, die man gewinnt, nur gering ist, so daß z. B. auch Versuche über das antigene Vermögen dieser Gifte ausstehen.

Biologisch interessanter sind die Studien der zoologisch als ungiftig bezeichneten Schlangen, der sogenannten Aglypha, die keinen Giftzahn besitzen. Darüber sind auch in den bekannten Monographien von CALMETTE, NOGUHI und VITAL BRAZIL nur spärliche Angaben. CALMETTE, namentlich aber FAUST sprechen sich dahin aus, daß die Drüsen auch der ungiftigen Schlangen toxische Produkte liefern, die für die Verdauung der Tiere von Be-



Fig. 1. Intravenöse Injektion des Drüsenextraktes von Drymobius bifossatus.



Fig. 2. Nekrose nach subkutaner Injektion des Drüsenextraktes.

deutung sind. FAUST meint, daß vom physiologischen Standpunkt aus zwischen giftigen und ungiftigen Schlangen kein prinzipieller Unterschied besteht. (Eine interessante Darstellung über den Begriff Gift, Zweck der Giftproduktion, Rolle der Gifte im Haushalt ihrer Produzenten vom biologischen Standpunkt findet sich bei J. STROBL [Georg Thieme, Leipzig 1926]).

Insbesondere haben sich PHISALIX, ALCOCK und ROGERS mit der Frage des Giftnachweises bei ungiftigen Schlangen befaßt und konnten in der Supralabialdrüse akutes Gift finden.

Wir konnten bei den Aglypha Brasiliens (Drymobius bifossatus, Herpetodryas fuscus, Xenodon meremii usw.) mittels physiologischer Kochsalzlösung aus der Glandula supralabialis giftige Extrakte gewinnen, welche bei Tauben und Kaninchen, sowohl intravenös als auch intramuskulär injiziert, Lähmungen erzeugen (Fig. 1) und sie akut zu töten imstande sind. Bei subkutaner Einverleibung erzeugen sie lokale entzündliche Erscheinungen (Fig. 2). Auch für diese Gifte fehlt noch der Nachweis der antigenen Natur, um eine vollkommene Analogie zu den Giften der Giftschlangen herzustellen. Zu bemerken wäre, daß es uns nicht gelungen ist, mit dem antitoxischen Serum, gewonnen mit Gift brasilianischer Giftschlangen (Crotalinae) dieses Gift zu neutralisieren. Auch beim Menschen sind lokale Folgen (Anschwellungen, Blutaustritte usw.) nach Biß ungiftiger Schlangen beschrieben worden (Fig. 3a). VITAL BRAZIL und J. VELLARD konnten unsere Befunde bestätigen. Auch MERITSCH und BRUMLIK haben diese Frage behandelt und fanden folgendes:

Die Oberlippendrüse wie das Blutserum der Ringelnatter sind giftig. Die pathologisch-anatomischen Befunde der Bißstelle zeigen die größte Übereinstimmung mit der Wirkung des Vipern- und Kreuzotterngiftes. Im Vordergrunde steht die blutgefäßschädigende Wirkung, die sich am Froschmesenterium bei direkter mikroskopischer Beobachtung deutlich zeigen ließ. Infolge Diapedese und Gefäßruptur kommt es zum Austritt von Blut ins Gewebe, die Kreislaufstörung und Thrombenbildung führen zur Nekrose des betreffenden Bezirkes.

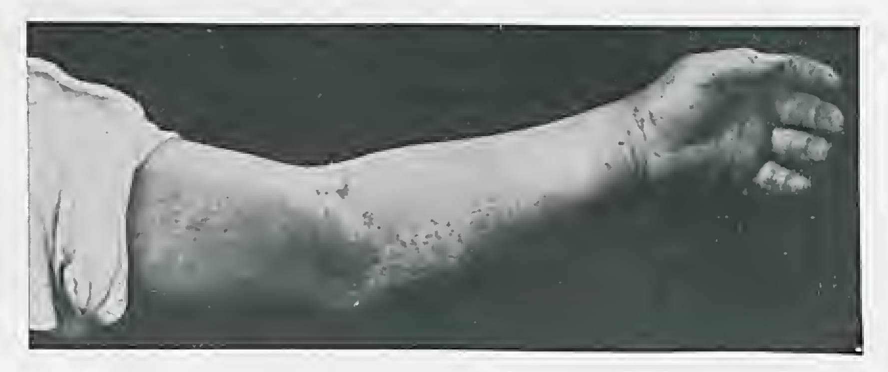
Trotz der Gleichheit der Erscheinungen, die das Ringelnatter- und Vipergift hervorruft, muß jedes als eigenes Gift aufgefaßt werden. Das Ringelnattergift ließ sich durch Vipern-Antitoxin nicht neutralisieren.

Die Ungefährlichkeit der Ringelnatter sowie der anderen ungiftigen Schlangen für den Menschen und für größere Tiere erklärt sich aus dem Mangel an Giftzähnen. Die giftige Oberlippendrüse mündet mit ihrem Ausführungsgang frei ins Maul. Die Verdünnung, welche das Sekret hier erleidet, ist dadurch so groß, daß nur ganz geringe Mengen durch Biß ins Gewebe gebracht werden können.

Für kleinere Lebewesen, welche die ungiftigen Schlangen zur Nahrung erbeuten, genügt schon diese geringe Menge Gift, um sie zu töten. In diesem Sinne spricht sich M. PHISALIX aus. BREHM ist allerdings der Ansicht, daß die Ringelnatter nicht imstande sei,

auch kleinere Lebewesen zu töten. Auf Grund unserer Untersuchungen glauben wir, M. PHISALIX recht geben zu müssen.

Die von LEYDIG vor mehr als 50 Jahren auf Grund seiner histologischen Untersuchungen ausgesprochene Meinung von den Giftdrüsen ungiftiger Schlangen ist, wie man sieht, sehr wahrschein-



a



b

Fig. 3. *a* Biß durch Philodryas olfersi (Opisthoglypha); *b* gesunder Arm.

lich gemacht worden, wenn auch, wie gesagt, der absolute Beweis des Toxincharakters dieser Gifte bis heute noch aussteht, da der Nachweis der antigenen Natur[1]) nicht einwandfrei erbracht ist.

Ein anderes Einteilungsprinzip zur Systematik der Schlangen auf biologischer Grundlage ist dasjenige, welches man mittels der Präzipitine aufzustellen versuchte.

1) VITAL BRAZIL berichtet im Mem.-Inst. Butantan 1926, daß es ihm gelungen sei, mit Giften von Drymobius Antitoxin zu gewinnen.

Bereits LAMB hat nachgewiesen, daß ein Präzipitin, gewonnen mit dem Gift der Naja tripudians, nicht bloß mit Giften verwandter Colubridae reagiert, sondern auch mit Gift mancher Viperidae Niederschläge gibt. Diese Versuche haben B. HOUSSAY und NEGRETTE in Buenos Aires mit dem Gift südamerikanischer Vipern fortgesetzt und sie konnten mittels dieser Reaktion eine enge Verwandtschaft der verschiedenen Crotalinae ermitteln.

Interessant ist eine Beobachtung dieser Autoren, wonach die Gifte amerikanischer Lachesisarten mit dem Präzipitin gewonnen mit diesen Giften stärker reagieren als die Lachesisgifte aus anderen Erdteilen. Die Präzipitine, gewonnen mit Gift, reagieren mit Gift, aber nicht mit Serum, wogegen Serumpräzipitine auch Niederschläge mit Gift geben. In Butantan (São Paulo) hat dann LUCAS DE ASSUMPÇÃO die biologische Verwandtschaft ungiftiger Colubridae mit den giftigen Vipern mittels Serumpräzipitinen zu ermitteln gesucht und auch hier ließ sich mittels quantitativer Auswertung eine relative Spezifität feststellen. Die nahverwandten Spezies reagieren mit stärkeren Verdünnungen der Serumpräzipitine als die weit entfernten, die erst mit höheren Konzentrationen eine positive Reaktion zeigten. Vielleicht könnte man auch mittels Antitoxinen monovalenter Sera bei Berücksichtigung quantitativer Verhältnisse ganz nahe Beziehungen ermitteln, wofür Versuche von KRAUS (7. Mitt. Brazil Med.) zu sprechen scheinen.

Diese Versuche weisen darauf hin, daß man auf diesem Wege zur Feststellung biologischer Verwandtschaften der Schlangen gelangen könnte und daß vielleicht auch gewisse Streitfragen über neue Spezies oder Varietäten der Systematiker auf diese Weise sich entscheiden ließen.

II. Die Giftschlangen im besonderen.

Was eine Giftschlange ist, läßt sich nicht leicht definieren, da weder zoologisch-morphologisch noch physiologisch eine scharfe Abgrenzung von den giftlosen Schlangen möglich ist. Die alte und noch überall in Schulbüchern zu findende Beschreibung: „Kopf dreieckig, deutlich vom Hals abgesetzt, Schwanz kurz, deutlich vom Rumpf abgesetzt“, paßt nicht einmal auf alle unsere europäischen Giftschlangen, sicher aber nicht auf die in die Familie der Elapinen gehörigen sogenannten Giftnattern, hat daher wahr-

scheinlich viel Irrtümer, ja sogar Unheil verursacht, andererseits gibt es zahlreiche ganz harmlose Schlangen, deren Kopf und Schwanz ganz der obigen Beschreibung entspricht. Das einzige sichere Merkmal ist. natürlich außer dem Nachweis einer Giftdrüse, das Vorhandensein hohler oder am Vorderrande gefurchter, verlängerter Zähne im Oberkiefer (ausnahmsweise auch am Unterkiefer), ist aber natürlich bei einer lebenden Schlange nicht leicht nachzuweisen, ohne sie zu fangen und zur Öffnung des Rachens zu veranlassen.

Für uns kommen als Giftschlangen nur Angehörige der Schlangenfamilien der Colubriden (Nattern) und Viperiden (Ottern) in Betracht. Wir können sie erkennen entweder nach dem Schädelskelett oder (mit geringerer Sicherheit) nach äußeren Merkmalen:

I. Unterscheidung nach dem Skelett (mit Hinweglassung weniger leicht erkennbarer Merkmale):
  1. Oberkiefer vertikal, bezahnt; Unterkiefer zahnlos
     1. Typhlopidae (Wurmschlangen)
  2. Oberkiefer den Mundrand bildend, zahnlos; Unterkiefer bezahnt. 2. Leptotyphlopidae (Blindschlangen).
  3. Ober- und Unterkiefer bezahnt.
     a. Coronoidknochen des Unterkiefers vorhanden.
        b. Spuren von Hintergliedmaßen; Supratemporalknochen vorhanden.
           c. Supratemporale groß, frei das Quadratum tragend.
              3. Boidae (Riesenschlangen).
           c' Supratemporale klein, in die Schädelwand eingelagert.
              4. Ilysiidae (Wickelschlangen).
        b' Keine Spur von Hintergliedmaßen, kein Supratemporale.
           5. Uropeltidae (Schildschwänze).
     a' Coronoid des Unterkiefers fehlt.
        Oberkiefer horizontal, nur selten aufrichtbar.
           6. Colubridae (Nattern).
        Oberkiefer vertikal, stets aufrichtbar.
           7. Viperidae (Ottern).

Die als Giftschlangen in Frage kommenden Schlangen können wir nur nach dem Gebiß mit Sicherheit erkennen.

Wir unterscheiden:

1. Schlangen, deren Zähne durchwegs solid sind, ohne Längsfurche oder Öffnungen am konvexen Vorderrand (Familien 1—5; Colubridae aglyphae).
2. Schlangen, deren hinterste Oberkieferzähne vorn der Länge nach gefurcht und mehr oder weniger stark verlängert sind: Colubridae opisthoglyphae.
3. Schlangen, deren vorderste Oberkieferzähne verlängert und am Vorderrande der Länge nach gefurcht sind (mit-

unter alle Oberkieferzähne und auch die Unterkieferzähne mit Längsfurchen): Colubridae proteroglyphae.

4. Schlangen, deren Oberkiefer senkrecht gestellt, kurz, mit den wenigen daran befestigten langen und gebogenen, hohlen Giftzähnen nach hinten umlegbar ist, so daß die Spitzen der Zähne dem Gaumen anliegen; die Giftzähne fast bis zur Spitze in einer häutigen Scheide steckend, meist nur ein Hauptzahn jederzeit in Funktion, außer dem 1—6 Ersatzzähne dahinter: Viperidae.

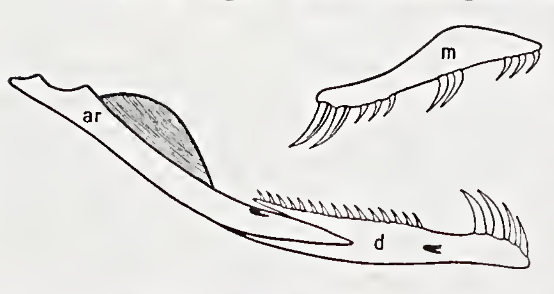


Fig. 4. Oberkiefer *m* und Unterkiefer (*d* = Dentale, *ar* = Articulare) von Psammophis sibilans (opisthoglyph) (nach PHISALIX).

Die Colubridae aglyphae sind nicht immer scharf von den C. opisthoglyphae abzugrenzen; es gibt Gattungen, die sowohl opisthoglyphe als aglyphe Arten umfassen (Amastridium) und Arten, bei denen furchenzähnige und solidzähnige Exemplare vorkommen oder der verlängerte hintere Oberkieferzahn an dem einen Oberkiefer gefurcht ist, am anderen aber nicht (Erythrolamprus aesculapii). In der Praxis sind die opisthoglyphen Colubriden für den Menschen in der Regel ungefährlich, da der Giftzahn oder die Giftzähne so weit hinten im Oberkiefer liegen, daß sie nur dann in Funktion treten können, wenn die Schlange ein Objekt von geringem Umfange in den Rachen bekommt; das ist für die Mehrzahl der opisthoglyphen Schlangen etwa der Fuß oder Schwanz eines kleinen Säugetieres; auch nur den Finger eines erwachsenen Menschen so weit mit den Kiefern umspannen zu können, daß ein Biß mit dem Furchenzahn möglich ist, können nur die größten, über 1½ m langen Schlangen dieser Gruppe und Todesfälle an solchen Bissen sind nur von Dispholidus typus (Afrika) bekannt, eine merkbare Giftwirkung auch bei den großen indischen Baumschlangen



Fig. 5. Oberkiefer *m* und Unterkiefer (*d* = Dentale, *ar* = Articulare) von Diemenia psammophis (proteroglyph) (nach PHISALIX).

von der Gattung Boiga (Dipsadomorphus); auf kleinere Tiere wirkt der Biß großer Exemplare von Coelopeltis monspessulana und Psammophis sibilans schon in wenigen Minuten tödlich.

Die Giftnattern (Colubridae proteroglyphae) gliedern sich in die landbewohnenden Elapinae und die im indischen und Stillen Ozean, aber in der Regel nicht weit von der Küste lebenden Hydrophiinae (Seeschlangen). Erstere sind im allgemeinen vom gewöhn-

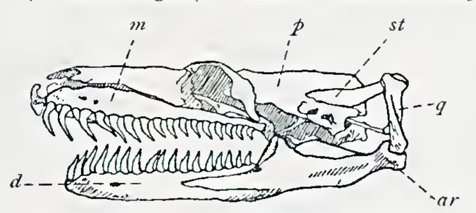


Fig. 6. Schädel einer Riesenschlange (nicht giftig). *m* Oberkiefer (Maxillare), *p* Scheitelbein (Parietale), *st* Schläfenbein (Supratemporale), *q* Quadratbein (Quadratum), *d* Dentale, *ar* Articulare des Unterkiefers.



Fig. 6a. Zahn einer Riesenschlange, links im Querschnitt.

lichen Natterntypus und daher für den Unkundigen besonders gefährlich; die Seeschlangen sind durch den seitlich stark zusammengedrückten und am Ende abgedrückten Schwanz (auch der Körper ist in der Regel mehr weniger kompreß und namentlich nach hinten mehr oder weniger erhöht) leicht erkennbar — es gibt keine anderen Schlangen mit gleicher Form des Schwanzes.

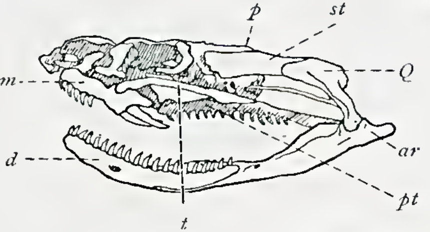


Fig. 7. Schädel einer opisthoglyphen Natter. Figurenbezeichnung wie Fig. 6. *pt* Flügelbein (Pterygoid), *t* Querbein (Transversum)



Fig. 7a. Giftzahn einer opisthoglyphen Natter, links im Querschnitt.

Ein Merkmal oder zwei treffen für die Mehrzahl der proteroglyphen Schlangen zu (Fig. 9). Das auffälligste besteht darin, daß bei ihnen das hintere Nasenschild (Nasale posterius, n) direkt an das Voraugenschild (Präokulare, po) anstößt, während es bei der Mehrzahl der übrigen Nattern durch wenigstens ein Zügelschild (Loreale) von diesem getrennt ist. Seltener sind Nasale und Präokulare durch das Präfrontale getrennt! Ferner ist von den vorderen Schläfenschildern

(Temporalia) das untere (ut) meist groß und mit dem unteren Winkel zwischen die hinteren Oberlippenschilder eingekeilt. In Australien, Südamerika, Afrika und Indien sind diese Merkmale zur schnellen Erkennung einer Elapide recht geeignet.

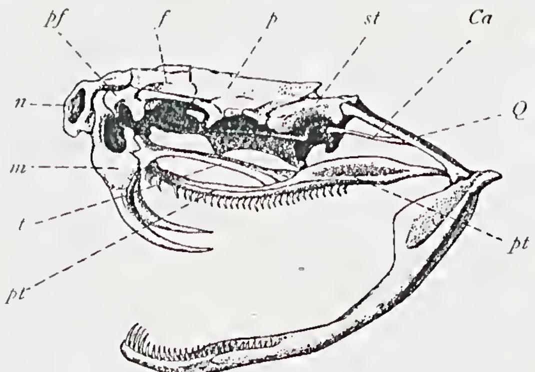


Fig. 8. Schädel einer solenoglyphen Schlange (Otter, Viper). Figurenbezeichnung wie Fig. 6 und 7. *n* = Nasenbein, Nasale, *pf* = Präfrontale, *f* = Stirnbein, Frontale, *ca* = Columella auris.



Fig. 8a. Giftzahn einer solenoglyphen Schlange (Otter), links im Querschnitt.

Wie bei den Opisthoglyphen wird auch bei den Proteroglyphen der Rachen beim Beißen nicht so weit geöffnet, wie bei den Viperiden; bei diesen ist eine maximale Ausdehnung des Rachens deswegen nötig, weil die sehr langen Giftzähne nur dann in Funktion treten können, wenn sie mit den Spitzen ganz nach vorn gerichtet sind, während bei den Proteroglyphen schon eine viel geringere Öffnung der Mundspalte genügt, um die auch bei großen Tieren viel kürzeren Vorderzähne in Verwendung zu bringen. Sie werden hier in dem betreffenden Körperteil eingedrückt, bei den Viperiden aber mit großer Wucht eingeschlagen.



Fig. 9. Naia nigricollis, Schwarzhalsige Speischlange (Afrika: nach WERNER).

Stets sehen wir daher an nackten Hautstellen, die der Beobachtung gut zugänglich sind, nach dem Biß nur 2 größere Bißspuren als dunkle Punkte, während nach dem Bisse giftloser Schlangen feinere Punkte in größerer Zahl (von allen Kieferzähnen verursacht) erkennbar sind (Fig. 10).

III. Der Giftapparat der Giftschlangen.

A. Allgemeines über das Gebiß der Giftschlangen.

Die Ableitung des Gebisses der Viperiden (Solenoglyphen) wird von G. A. BOULENGER und seinem Sohne E. G. BOULENGER von den aglyphen über die opisthoglyphen Nattern angenommen, dagegen von J. HEWITT von den Proteroglyphen. Erstere Annahme scheint wahrscheinlicher seit der Entdeckung von E. G. BOULENGER, daß bei dem aglyphen südamerikanischen Xenodon merremii mit



Fig. 10. *a* Bißspur einer Viperidae (nur zwei größere, dunkle, sich meist bald verfärbende Punkte). *b* einer giftlosen Schlange (zahlreiche, sich nicht verändernde Punkte).

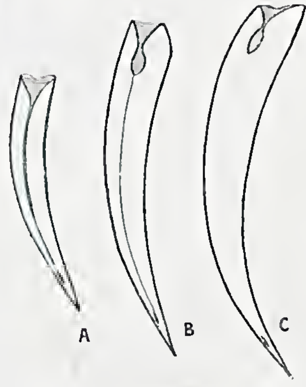


Fig. 11. Giftzahn von *A* Hydrophis, *B* Naia, *C* Lachesis (nach FAYRER).

kurzem, nach hinten verdicktem Oberkiefer, dessen vorderer Teil wenige kurze, dessen hinterer Teil dagegen zwei stark verlängerte, aber nicht gefurchte Zähne trägt, der Oberkiefer wie bei den Viperiden so gedreht werden kann, daß die langen Fangzähne nach vorn gerichtet sind. Der Übergang von einer solchen aglyphen Colubride zu einer opisthoglyphen sich vorzustellen, macht nach dem Vorgesagten keine Schwierigkeiten und ebenso ist der Übergang von den gefurchten Fangzähnen der Opisthoglyphen zu den hohlen der Viperiden durch die auch in der Ontogenie wiederkehrender und daher leicht vorzustellende Schließung der Längsfurche des

Zahnes zu einem Kanal gegeben. Freilich hat auch die Elapinengattung Dendraspis (Fig. 12) einen ähnlich beweglichen Oberkiefer.

Die Beziehungen der Proteroglyphen zu den Viperiden sind viel weniger nahe, die Elapinen sind schon in mehrfacher Weise spezialisiert und gerade diejenigen Gattungen von Viperiden, die den Elapiden in mancher Beziehung am ähnlichsten sind, haben bereits einen hochentwickelten und dem der Elapiden in keiner Weise ähnlichen Giftapparat.

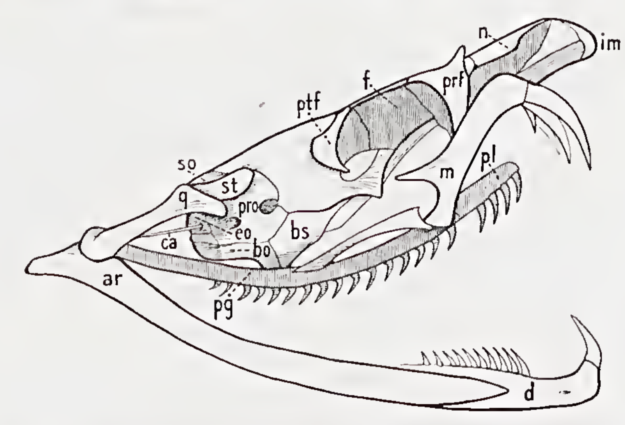


Fig. 12. Schädel von Dendraspis angusticeps (nach PHISALIX).

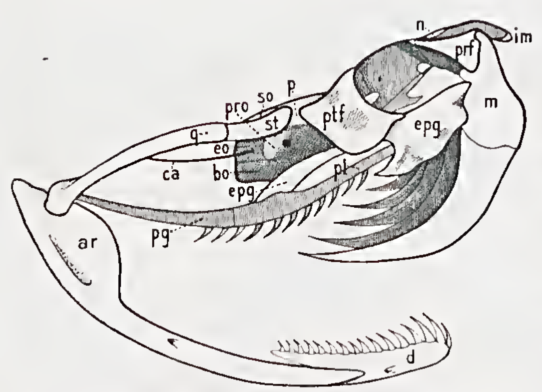


Fig. 13. Schädel von Bitis gabonica mit zahlreichen Reservezähnen. *m* Oberkiefer (Maxillare), *im* Zwischenkiefer (Intermaxillare), *ep* Ectopterygoid, *n* Nasenbein (Nasale), *prf* Vorderstirnbein (Präfrontale), *ptf* Hinterstirnbein (Postfrontale), *pl* Gaumenbein (Palatinum), *ptg* Flügelbein (Pterygoid), *p* Scheitelbein (Parietale), *so* Supraoccipitale, *st* Supratemporale, *Q* Quadratum, *eo* Exoccipitale, *bo* Basioccipitale, *d* Dentale, *ar* Articulare des Unterkiefers (nach PHISALIX).

Die Giftzähne der Viperiden haben eine beschränkte Funktionsdauer und werden nach Ablauf von einigen Monaten abgestoßen und durch neue ersetzt. An jedem Oberkiefer befindet sich gleichzeitig ein funktionierender Giftzahn und daneben ein Reservezahn, dahinter stehen, in die Mundschleimhaut eingesenkt, zwei Reihen weiterer kleinerer Reservezähne, von denen bis zu 4 der vordersten

deutlich sichtbar sein können (Fig. 13). Sobald der funktionierende Giftzahn durch Ablösung von dem Sockel, auf dem er im Kiefer befestigt ist, abgeworfen ist (in den großen zoologischen Gärten, in denen große Viperiden der Gattung Bitis gehalten werden, findet man diese Zähne dann im Sande des Bodenbelages), rückt der neben ihm stehende Ersatzzahn nach. Der Ausfall der Zähne geht normalerweise stets so vor sich, daß von dem Zahnpaar des einen Oberkiefers immer gleichzeitig der entsprechende Zahn abgestoßen wird, also entweder beide linke oder beide rechte; dadurch haben beide funktionierende Zähne stets den gleichen Abstand voneinander.



Fig. 14. Querschnitt des Giftzahnes f und seiner Nachfolger bei Vipera berus, die Nummern zeigen die Reihenfolge an, in der sie in Tätigkeit treten. Q Schleimhautfalte zwischen funktionierendem und 1. Ersatz-Giftzahn nach Tomes.

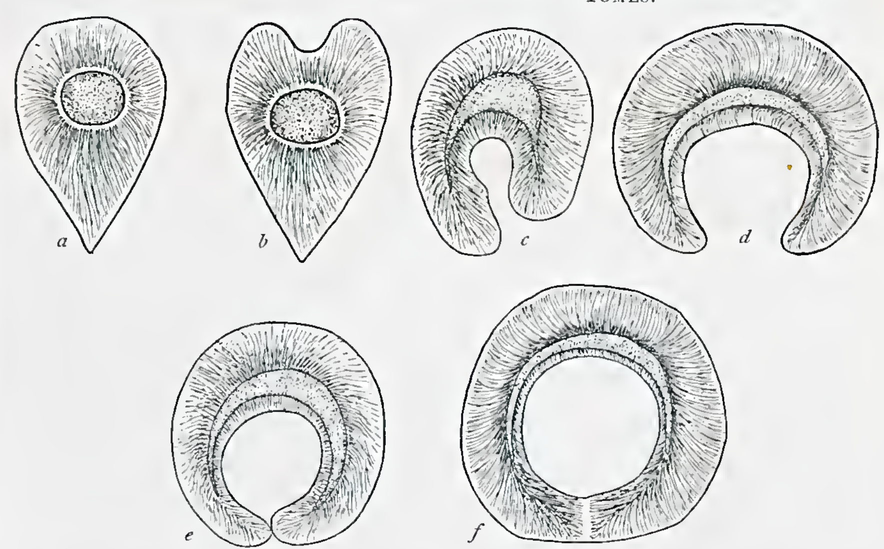


Fig. 15. Querschnitt durch einen Giftzahn. *a* von Erythrolamprus aesculapii, aglyphe Form, *b* opistoglyphe Form, *c* von Psammophis, *d* von Hydrophis, *e* von Naia, *f* von Vipera (nach Phisalix).

Auf eine sehr einfache Weise ist die Verbindung des jeweils in Tätigkeit befindlichen Giftzahnes mit dem Ausführungsgang der Giftdrüse hergestellt; dies geschieht durch eine Hautfalte, die zwischen Haupt- und Ersatzzahn unterhalb des Drüsenausführungsganges liegt (Fig. 14). Der funktionierende Zahn drückt diese Hautfalte zur Seite und verschließt mit ihr den Zutritt des Giftes aus dem Ausführungsgang zum Ersatzzahn; tritt dann dieser in Tätigkeit, so drückt er die Falte wieder auf die andere Seite und verschließt damit die Öffnung des Ausführungsganges gegen den von hinten nachrückenden Ersatzzahn. Die erste Beschreibung dieses Mechanismus verdanken wir L. KATHARINER.

Was die Befestigung der Zähne im Rachen anbelangt, so verdanken wir S. C. SARKAR darüber bemerkenswerte Aufschlüsse. Er beschreibt zuerst die Gestalt derselben im allgemeinen, wobei er darauf aufmerksam macht, daß die Zähne aus einem ziemlich vertikalen basalen und einem längeren, fast winkelig nach hinten gerichteten Teil bestehen und daß jeder zweite Zahn nicht fest auf seinem Sockel aufsitzt, sondern nur durch Bindegewebe mit der Unterlage verbunden ist, dadurch kommt es, daß an trocken präparierten Skeletten so häufig Zähne ausgefallen oder aber auffallend stark und auch in einer anderen Richtung geneigt erscheinen. Ferner zeigte SARKAR, daß bei den Opisthoglyphen die verlängerten Giftzähne, wenn sie weit hinten im Oberkiefer gelegen sind (Boiga), so stark nach hinten gerichtet erscheinen, daß sie mit der Spitze noch hinter dem Mundwinkel liegen, daß dagegen solche, die weiter vorn stehen, mehr gerade sind. Im Querschnitt sind sie mehr flach (Oxybelis) oder kreisrund (Psammophis) oder schließlich mit einer Schneide am Hinterrande; auch die Furche kann entweder am Vorderrande oder nahe an der Außenseite gelegen sein, gerade verlaufen oder etwas gewunden sein, bis fast zur Spitze reichen oder schon früher endigen, seicht oder tief, offen oder fest geschlossen sein. Die phylogenetische Entwicklung des Giftapparates bei den Opisthoglyphen stellt SARKAR folgendermaßen dar: Von einer hypothetischen Ahnenform (die vielleicht noch existiert — Verf.) mit undifferenzierter Oberlippendrüse, deren Ausführungsgänge durchwegs entfernt von den Zähnen ausmünden, sowie gleichgroßen, drehrunden und kurzen Zähnen, wäre als weiteres Stadium die aglyphe Natter Dendrophis pictus anzusehen, hier ist die Giftdrüse schon entwickelt, aber klein und weit hinten gelegen; der Ausführungsgang öffnet sich nahe vor dem letzten, von den vorher-

gehenden nur wenig (mehr nach hinten gekrümmt) verschiedenen Zahn, der eine Schneide an der Innen- (medialen) Seite aufweist. Bei Natrix stolata ist bereits eine wohlentwickelte Parotisdrüse vorhanden, der hinterste Oberkieferzahn lang, in eine deutliche Scheide eingeschlossen; ebenso bildet der Ausführungsgang der Giftdrüse einen Sack, der gemeinsam mit der Zahnscheide ausmündet, so daß der Zahn in das aus dem Sack austretende Sekret eintaucht. Auch in diesem Fall hat der Zahn eine und zwar noch deutliche Scheide. Lycodon aulicus, eine aglyphe Natter mit bereits mehrfach beobachteter Giftwirkung besitzt eine sehr lange Giftdrüse; der Zahn hat eine Schneide auf beiden Seiten; der Giftzahn ist seitlich zusammengedrückt, die Schneiden sind rückgebildet, dafür findet sich bereits eine seichte Furche vor; es ist also sozusagen die erste opisthoglyphe Natter in der Reihe. Bei Chrysopelea ornata ist die Giftdrüse wieder kleiner, der Zahn hat eine tiefere Furche und die Wand zwischen dem Sack, in dem der Giftdrüsengang sich erweitert, und diesem ist verschwunden und letzterer mündet direkt in die Scheide des Giftzahnes. Bei Dryophis mycterizans ist die Furche des Giftzahnes noch tiefer, fast einen geschlossenen Kanal bildend; der Ausführungsgang mündet nun fast am Grunde der Zahnscheide und der Zahn ist weiter nach vorn gerückt; bei Psammophis sibilans endlich ist die Giftdrüse vollständig getrennt von der Oberlippendrüse, der Giftzahn fast gerade, die Mündung der Giftdrüse liegt vollständig am Grunde des Zahnes und die Furche des letzteren vorn anstatt an der Seite. Damit ist die Reihe abgeschlossen und es scheint dem Verf., als ob damit wirklich der Höhepunkt der Entwicklung des opisthoglyphen Giftapparates erreicht wäre, da auch die tödliche Giftwirkung bei Psammophis bei der gewöhnlichen Beute in der kürzesten Zeit eintritt.

B. Die Giftdrüsen (Bau, Sekret, Funktion).

M. Phisalix unterscheidet drei Typen von Giftdrüsen: die schon lange bekannte Drüse der Proteroglyphen und Viperiden, deren Charakter als solche zuerst von Redi nachgewiesen wurde; die Parotis der Colubridae aglyphae und opisthoglyphae, die nach Leydig der Giftdrüse der Viperiden nach ihrem Bau homolog ist, aber von anderen Autoren für eine besondere Bildung dieser Schlangen angesehen wird; und schließlich die erst von M. Phisalix entdeckte

Glandula temporalis anterior, die bei Boiden und Uropeltiden allein, bei den Ilysiiden mit der normalen Parotis zusammen vorkommt.

Der Parotis der Aglyphen und Opisthoglyphen fehlt ein Lumen; sie ist massiv und ihr Ausführungsgang kurz; das Vorkommen von Giftzähnen mit einer Rinne am Vorderrande bei den Opisthoglyphen wurde zuerst von Reinwardt festgestellt und später von Schlegel auch die Giftdrüse aufgefunden. Doch ist die Parotis nicht nur bei den Opisthoglyphen, sondern auch bei den Aglyphen vorhanden. Von der Oberlippenspeicheldrüse, die sich vom Mundwinkel bis zur Schnauzenspitze ausdehnt, ist die Parotis nach dem Aussehen des aus ihr ausgequetschten Sekretes unterscheidbar; es tritt aus der Außenöffnung des Exkretionskanals am Hinterrande des Oberkiefers als rahmartige Flüssigkeit aus, während die Flüssigkeit der bandförmigen Speicheldrüsen klar und schleimig ist und aus kleinen Öffnungen, die am inneren und unteren Rande der Oberlippe ausmünden, austritt. Schon Leydig unterschied deutlich die halbdurchsichtige, ziemlich regelmäßig den inneren Rand der Oberlippe einsäumende Oberlippenspeicheldrüse von der stärker entwickelten undurchsichtig weißen Parotis, die in der Schläfengegend gelegen ist, eine auf dem histologischen Befund gegründete Ansicht, die später durch Phisalix und Bertrand experimentell bestätigt wurde.

Die Parotis kommt nach den Untersuchungen von M. Phisalix nicht nur nicht allen Aglyphen zu, sondern sie kann innerhalb einer und derselben Gattung bei einer Art vorkommen, bei einer anderen fehlen; dasselbe ist bei der (jetzt den Colubridae aglyphae zugerechneten) Amblycephaliden (Dickkopfschlangen) des tropischen Amerika der Fall. Bei den Ilysiiden kommt die Parotis gleichfalls vor, fehlt aber den Boiden, Uropeltiden und den nur aus einer Gattung und Art bestehenden und den Colubriden nahestehenden Xenopeltiden Südostasiens.

Die Oberlippendrüsen bilden im einfachsten Falle ein durchlaufendes Band vom Mundwinkel bis zur Schnauzenspitze und liegen einwärts von den etwas nach einwärts umgebogenen Oberlippenschildern, so daß sie mit denen der anderen Seite an der Schnauzenspitze zwischen Schuppen und darunterliegenden Knochen aneinanderstoßen; sie sind etwas seitlich zusammengedrückt, halbdurchsichtig, grau und fein gelappt. Die einzelnen Lobuli öffnen sich getrennt durch ebensoviele Ausführungsgänge am Grunde einer Schleimhautfalte innerhalb des umgebogenen Randes der Oberlippenschilder.

Die Parotisdrüse ist in der hinteren Hälfte des Oberkieferdrüsenbandes eingelagert, von diesem oberflächlich ziemlich undeutlich abgegrenzt, aber durch die Undurchsichtigkeit und die großen Lobuli gut unterscheidbar. Nimmt die Parotis einen großen Umfang ein, so kann die darunterliegende Oberlippenspeicheldrüse unterbrochen, ja gänzlich rückgebildet werden, so daß sie die direkte Fortsetzung der Parotis nach vorn zu sein scheint; sie liegt direkt über dem Oberkiefer (daher der Name). Mit anderen Drüsen als mit der Glandula labialis superior (Oberlippendrüse) hat die Parotis keinerlei direkte Beziehungen, auch von der Harderschen Drüse (Gland. lacrymalis) ist sie durch den vorderen Schließmuskel (M. temporalis anterior) getrennt. Sie liegt in der Regel unter den hintersten Oberlippenschildern und ist ebenso wie die Oberlippendrüse mit feinen Bindegewebsfasern an der Innenseite derselben befestigt und eine oft pigmentierte Bindegewebsschicht überzieht die Innenseite der Drüse und läßt die Läppchenbildung deutlich hervortreten. Die Lobuli verlaufen schief von oben nach unten und von hinten nach vorn, ihre Zahl beträgt drei bis vier, nach vorn verschmelzen sie miteinander. Der Ausführungsgang verläuft innerhalb der Drüse in der Hauptrichtung der Lobuli, und mündet entweder am unteren Rande der Schleimhautfalte in der Nähe der hinteren verlängerten Oberkieferzähne oder, falls diese Zähne als Gifthaken besonders entwickelt sind (Viperiden), in der diese umgebenden Scheide.

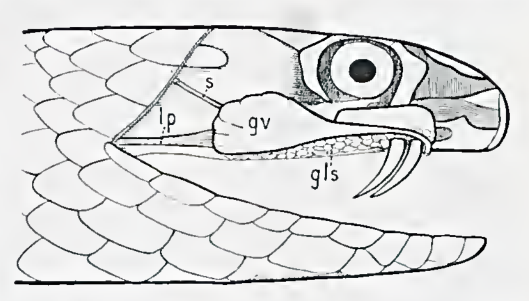


Fig. 16. Beziehung zwischen Giftzahn und Giftdrüse bei Naia hannah (bungarus). *gv* Giftdrüse, *gls* Oberlippendrüse, *lp* Sehne vom Oberkieferrand zum Unterkiefergelenk (nach PHISALIX).

Die Giftzähne sind überall dort, wo sie besonders entwickelt sind, mehr als die übrigen nach hinten gerichtet, so daß ihr konvexer Vorderrand fast zum Unterrand wird und ihre Spitze das Hinterende des Oberkiefers überragt und die Hautfalte, in denen sie eingelagert sind, erhebt sich um sie als eine Scheide, die nach unten hin offen ist und weder mit den Zähnen noch mit dem Kiefer irgendwelchen Zusammenhang hat, sich daher beim Biß leicht zurückschiebt; in sie öffnet sich auch der Ausführungsgang der Parotis,

der um die Basis des Giftzahnes herum das Sekret derselben ergießt.

Die Sehne, welche das Hinterende des Oberkiefers mit dem Unterkiefergelenk verbindet (lp), bildet ein Band, das über die Schläfenmuskeln hinüberzieht, ohne mit ihnen verbunden zu sein; ihre äußere Fläche liegt der Innenseite der Parotis an und mit dieser ist sie durch Bindegewebe im Zusammenhang; dieses Band kann ausnahmsweise sehr breit sein und die Schläfenmuskeln völlig von der Innenseite der Drüse isolieren.

Die Annahme Reinwardts, daß beim Vorhandensein einer Giftdrüse (Parotis) stets auch verlängerte Giftzähne vorhanden sein müßten, hat sich als nicht durchgehends richtig erwiesen; wenn dies auch in der Mehrzahl der Fälle zutrifft, so wissen wir doch jetzt, daß auch Schlangen mit derartigen Zähnen einer Parotis völlig entbehren können und M. Phisalix hat drei Arten aus verschiedenen Gattungen (Prosymna, Pseudaspis, Rhadinaea) festgestellt, bei denen Gifthaken (ohne Rinne) vorkommen, aber keine Parotis; von den Opisthoglyphen ist aber ein solcher Fall nicht bekannt. Es ist daher durchaus berechtigt, wenn M. Phisalix den Satz formuliert, daß als Giftschlangen alle Schlangen anzusehen sind, die eine Drüse mit einer Sekretion besitzen, die nicht allein für den Menschen und einzelne Tiere, sondern in erster Linie für ihre Beute toxische Wirkung hat, und zwar ganz ohne Rücksicht auf die Art des Gebisses, denn das Eindringen des Giftes in die Wunde ist auch durch die zahlreichen kleinen Bißwunden gewährleistet, die beim Festhalten der Beute mit den Zähnen vor dem Verschlingen ausgeführt werden.

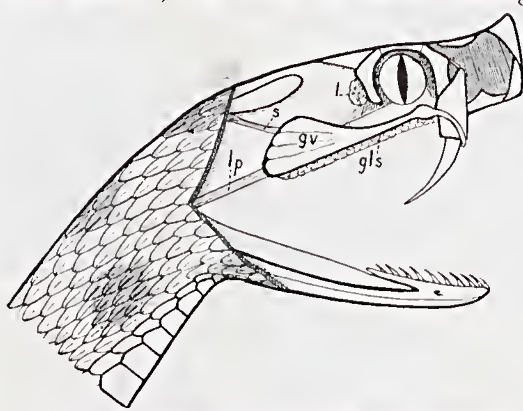


Fig. 17. Beziehung von Giftzahn und Giftdrüse bei Vipera aspis. Bezeichnung wie oben (nach Phisalix).

Die vordere Schläfendrüse (Glandula temporalis anterior) wurde nur bei Boiden, Uropeltiden und Ilysiiden gefunden, und zwar nur bei letzteren zusammen mit der Glandula parotis. Die Schläfendrüse, bei Eryx und Ungalia von M. Phisalix nachgewiesen,

ist von birnförmiger Gestalt, hinten dick, in einer Vertiefung des vorderen Schläfenmuskels eingelagert, und zwar unter einer Aponeurose derselben, nach vorn verschmälert sie sich bis zum Hinterende des Oberkiefers. Nach oben zu erreicht oder bedeckt sie die Glandula lacrymalis. Die Lagebeziehungen zur Umgebung sind dieselben wie bei der Giftdrüse der Proteroglyphen, doch ist sie klein und besitzt kein Lumen. Sie hat auch keinen Kontakt mit dem Bande der Oberlippenspeicheldrüsen, da sie durch die Schläfenaponeurose und die Sehne, die vom Maxillare zum Unterkiefergelenk zieht, davon getrennt ist.

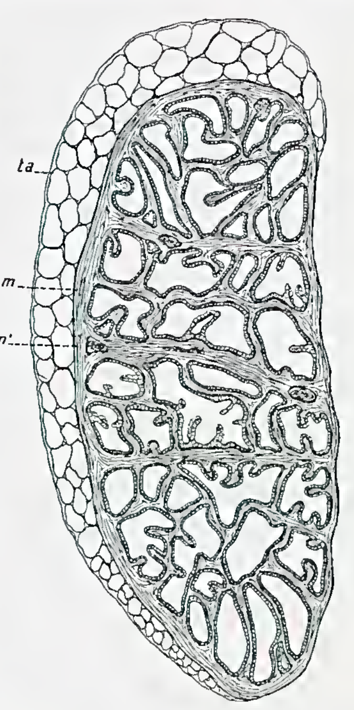


Fig. 18. Vertikaler und transversaler Schnitt durch den Acinus der Giftdrüsen von Vipera aspis. *m* Membran, *m'* Wände zwischen den Lobuli, *ta* Faszie (Kompressor) des vorderen Schläfenmuskels (nach Phisalix).

Die Schläfendrüse ist eine Giftdrüse, deren Sekret sich als sehr wirksam erwiesen hat; als Giftschlangen kann man aber die Boiden und verwandte Gattungen nicht ansehen, da nach meinen langjährigen Beobachtungen an Boiden eine Giftwirkung beim Biß nicht festzustellen ist, trotz der tiefen Wunden, die die langen Zähne dieser Schlangen verursachen; bei Corallus sind sie so lang, daß die Schlange nach dem Biß ihre Zähne oft nicht gleich aus der Beute herausziehen kann. Trotzdem habe ich niemals auch nicht die geringste giftige Wirkung beobachtet, auch an mir selbst nicht, obwohl ich von Python, Boa und anderen Riesenschlangen blutige Bisse in die Hand und in das Gesicht erhalten habe. Über die Giftwirkung der großen, opak weißen, massiven Drüse, die bei Typhlops (Wurmschlange) unter dem Auge und oberhalb der Oberlippendrüse gelegen ist, weiß man nichts. Da aber die überaus enge Mundspalte das Beißen eines größeren Tieres als eines Wurmes oder Myriapoden praktisch vollständig unmöglich macht, so können diese Schlangen stets als harmlos betrachtet werden.

Die Giftdrüse der proteroglyphen Colubriden und der Viperiden unterscheidet sich von derjenigen der aglyphen und opisthoglyphen Colubriden durch den Besitz eines ansehnlichen Lumens, wodurch ein Reservoir für das erzeugte Gift geschaffen ist, durch einen langen Ausführungsgang und (bei den Viperiden) eine ampullenartige Erweiterung vor dem Ende desselben. Der Bau der Drüse selbst ist ein azinöser, sie besitzt eine ziemlich dicke Membrana propria, die ihre Struktur verdeckt. Der Ausführungsgang verläuft

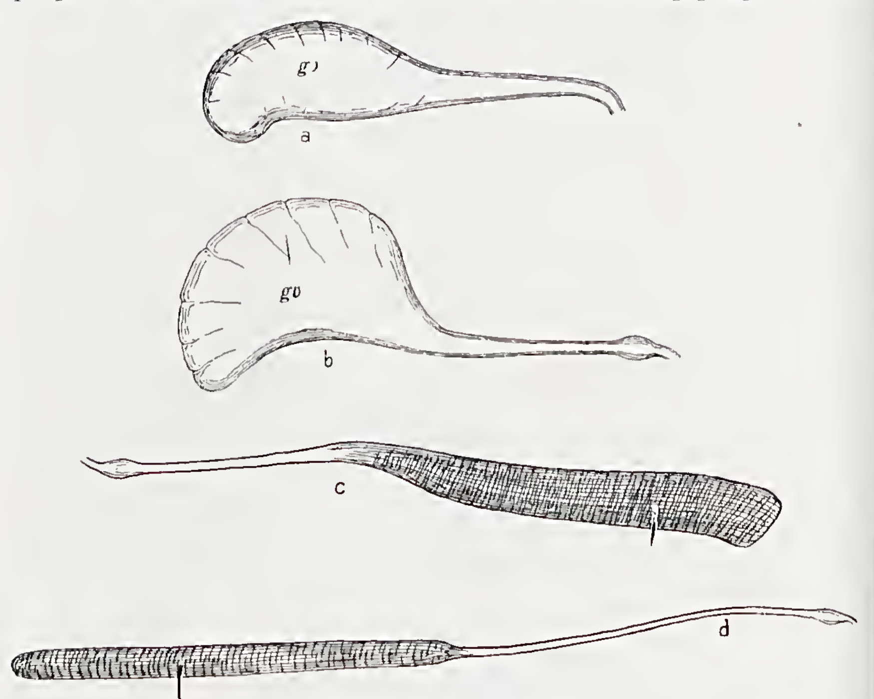


Fig. 19. Äußere Form der Giftdrüse. *a* bei Naia, *b* bei Bitis, *c* bei Causus, *d* bei Doliophis (nach SHISALIX).

an der Außenseite des Maxillare und mündet in die Zahnscheide vor und an der Basis derselben; in seinem Verlaufe wird er immer enger, anfänglich kegelförmig, dann zylindrisch; die Ampulle kommt außer den Viperiden nur noch der Elapide Doliophis zu.

Bei den Proteroglyphen und Viperiden setzen sich Bündel des Schläfenmuskels, in dessen Aushöhlung die Giftdrüse gelegen ist, an die sie bekleidende Membran an und bilden eine kontraktile Hülle, also einen Kompressormuskel, der in den Fällen, wenn die Drüse selbst sich stark verlängert, wie bei der Viperidengattung

Causus und noch mehr bei der Elapidengattung Doliophis einen vollkommenen Sack bildet.

C. Feinerer Bau der Giftdrüsen.

Wenn die eigentliche Giftdrüse ihr Sekret entleert hat, so ist sie von der Oberlippenspeicheldrüse kaum zu unterscheiden, da die sonst charakteristische Undurchsichtigkeit nicht mehr bemerkbar ist; sie kann aber stets durch Färbung auf Schnitten erkennbar gemacht werden. Beide werden von einer Bindegewebshülle umgeben, die sich den Lobuli dicht anschließt, deren Erhöhungen und Vertiefungen sie folgt. Die Bindegewebslamellen dringen aber auch in die Wände zwischen den einzelnen Lobuli ein und in ihnen verlaufen sowohl die Ästchen der Arterien als auch die Nervenverzweigungen; ebenso bemerkt man die Kerne der Bindegewebszellen, elastische Fasern und in den größeren Bindegewebswänden auch Pigmentzellen. Die Arterie, die die Drüse versorgt, ist ein Zweig der Carotis, der Nervenast ein solcher des Nervus maxillaris superior. Die äußeren Teile der Drüse unterscheiden sich bei Aglyphen und Opisthoglyphen nur durch die Dicke des peripheren Teils, der nur bei den Proteroglyphen und Viperiden, bei denen die Drüsen voneinander ganz unabhängig sind, eine zusammenhängende Membrana propria bildet.

Was nun die Histologie der Drüsen anbelangt, so hat M. Phisalix mit Recht darauf hingewiesen, daß man die Oberlippendrüsen, weil sie bei Aglyphen und Opisthoglyphen einen Teil derselben Drüsenmasse vorstellen, wenn sie auch einen ganz anderen Bau besitzen, als die Giftdrüsen, ebenso auch wegen ihrer antagonistischen Funktionen im Vergleich zu diesen, hier nicht übergehen darf.

Bei Naia wird das Sekret in das Lumen der Azini ergossen, das also als Reservoir für das Gift dient; das Epithel der Azini besteht aus kleinen, regelmäßig angeordneten Zylinderzellen mit homogenem und durchscheinendem Plasma, in dem ein kugeliger, Nukleolen einschließender Kern eingebettet ist. Der Exkretionskanal ist im größten Teil seines Verlaufes mit einspringenden Längsfalten versehen, das Zylinderepithel der Drüse geht allmählich in ein Pflasterepithel über. In seinen Wandungen liegen kleine azinöse Drüsen mit sehr kurzen Ausführungsgängen, die in das Lumen des Exkretionskanals ausmünden; sie wurden von Emery und Phisalix

als Schleimdrüsen betrachtet und umgeben bei Pseudechis in regelmäßiger Anordnung das Lumen des Kanals, während sie bei Naia in zwei Reihen in der inneren Wand desselben liegen. Auch bei zahlreichen anderen Gattungen, nicht nur bei Elapinen, sondern auch bei den Seeschlangen sind diese Drüsen beobachtet worden, so daß man sagen kann, daß dem Sekret der Giftdrüse stets das der Schleimdrüsen des Ausführungsganges beigemengt ist.

Was nun schließlich die Viperiden anbelangt, so ist ihre Giftdrüse aus wenigen Hauptloben zusammengesetzt, die wieder in kleinere Läppchen geteilt erscheinen, die nur durch dünne bindegewebige Wände voneinander getrennt sind. Diese Hauptloben konvergieren schief von hinten nach vorn, wobei die Wände allmählich niedriger werden und im Ausführungsgang ganz verschwinden. Ihre Zahl ist gering, 4 bei Causus rhombeatus, 5—6 bei Vipera aspis. In allen Fällen ist das Lumen der Tubuli noch größer als bei den Proteroglyphen und funktioniert auch hier als Giftreservoir. Das Epithel ist niedrig und regelmäßig, nach dem jeweiligen Funktionszustande in der Höhe etwas verschieden, am niedrigsten nach der Giftabgabe, vorher am höchsten.

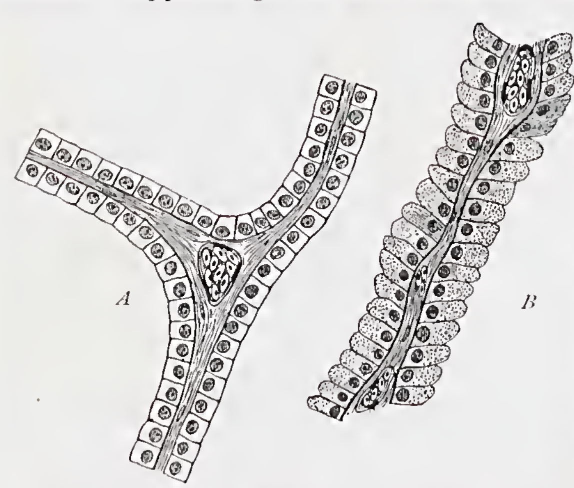


Fig. 20. Epithel der Giftdrüse von Vipera aspis. *A* nach Abgabe des Giftes, *B* in sekretorischer Tätigkeit (nach PHISALIX).

Die vor der Mündung des Exkretionskanals gelegene Anschwellung desselben wurde, wie schon SOUBEIRAN gezeigt hat, mit Unrecht als Giftreservoir bezeichnet, denn das Lumen des Kanals ist an dieser Stelle nicht weiter, sondern eher verengt; ebenso ist die Ansicht von WEIR MITCHELL, daß diese Region des Kanals als eine Art Sphinkter funktionieren würde, nicht aufrechtzuerhalten, vielmehr hat es sich gezeigt, daß dieser Teil, worauf gleichfalls schon SOUBEIRAN hingewiesen hat, Schleim secerniert; er enthält zahlreiche schief gegen die Mündung des Ausführungsganges ge-

richtete Tubuli, deren Sekret ausgesprochen toxische Wirkung besitzt, wie M. PHISALIX dies bei Vipera aspis experimentell nachweisen konnte. Das Epithel und das ganze Aussehen dieser Tubuli ist sehr ähnlich dem der Oberlippendrüsen. Also auch hier ist die

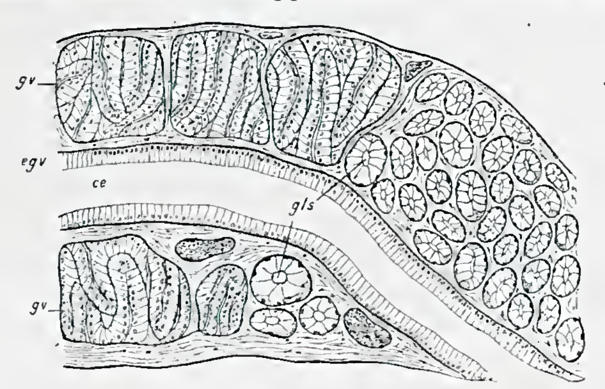


Fig. 21. Schnitt durch die Oberlippendrüse von Natrix (Tropidonotus) natrix im Niveau der Grenze ihrer beiden Teile. *gls* Lippenteil, *gv* Giftiger Abschnitt der Drüse, *egv* Ausführungsgang (nach PHISALIX).

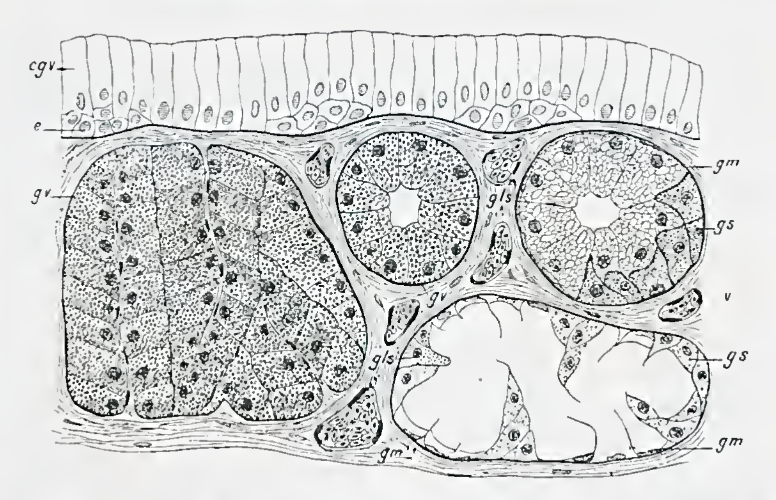


Fig. 22. Schnitt durch die Oberkieferdrüse von Natrix (Tropidonotus) natrix an der Grenze zwischen dem Lippenteil in dem giftigen Abschnitt. Stärker vergrößert. *gs* seröse Zellen, *gm* Schleimzellen, *cvg* Epithel des Ausführungsganges der Giftdrüse, *c* Subepitheliale Zellen (nach PHISALIX).

Giftdrüse eine gemischte Drüse, indem die Drüse selbst eine seröse, die Anschwellung des Ausführungsganges aber eine muköse ist.

Was nun die Parotis der aglyphen Nattern anbelangt, von denen wir hier ausgehen wollen, so bilden die Zellen eine regelmäßige

fortlaufende und einfache Bekleidung der Wand der Drüse; sie sind so hoch, daß sie weit in das Lumen vordringen, welches, je nachdem man Schnitte in der einen oder anderen Richtung untersucht, kreisrund oder aber als enge Spalte erscheinen kann. Die zahlreichen Granula des bereits gebildeten Giftes, mit denen es erfüllt ist, lassen keinerlei Einzelheiten hinsichtlich des Plasmas der Zellen erkennen. Jedoch ist der Kern leicht unterscheidbar im unteren Drittel der Zelle und in seinem Plasma ist ein großer Nukleolus zu erkennen, der zentral oder exzentrisch gelegen ist. Nach völliger Ausstoßung des Zellinhaltes in das Lumen der Drüse zeigen die Zellen wieder deutliche Umrisse und die während des Aktes unregelmäßige Anordnung wird wieder wie früher; sie sind niedriger, der Kern ist chromatinreicher und enthält auch mehr Chromatinkörner als nach der Bildung des Giftes. Im Zytoplasma erscheinen nach und nach verschiedene Einschlüsse und die von LAUNOY sogenannten Venigenkörner, die, am Außenrande der Kernmembran gelegen, sich im Kernplasma auflösen und den Anteil des Kerns an der Sekretion vorstellen sollen. In einem späteren Stadium erscheinen viel zahlreichere Granula von verschiedener Größe, die Plasmafarbstoffe stark aufnehmen und das fertige Gift vorstellen. Während das Gift ausgestoßen wird, lösen sie sich auf, denn nicht nur außerhalb der Drüse, sondern schon im Lumen derselben ist nichts mehr von ihnen zu bemerken.

Die Azini der Drüse ergießen ihren Inhalt in einen Kanal im Innern derselben; wo dieser austritt, ist nur mehr ein sehr kurzes Stück unterhalb der Schleimhaut nach ab- und einwärts bis zum Niveau der Giftzähne. Innerhalb der Drüse ist dieser Kanal mit hohen und schmalen Zylinderzellen bekleidet, die stellenweise auf polygonalen Zellen stehen, zwischen die sie mit ihrer Basis eingreifen.

Diese Wandzellen des Ausführungsganges sind ausschließlich Schleimzellen, deren Sekret sich mit dem der Azini mischt und das Gift bildet, es ist daher die Giftdrüse gleichfalls eine gemischte Drüse, die aus einem serösen Hauptteil und einem mukösen Ausführungsgang zusammengesetzt ist.

Die Giftdrüse der Proteroglyphen zeichnet sich dadurch aus, daß die bei den Aglyphen und Opisthoglyphen sich vorfindenden Azini sich ebenso wie der Ausführungsgang der Drüse selbst verlängern und einen tubulösen Habitus annehmen; die Tubuli konvergieren, je mehr sie sich dem Ausführungsgang nähern, in den sie einmünden. Sie besitzen stets ein großes zentrales Lumen und sind

in der Peripherie der Drüse von geringerem Durchmesser als im Inneren.

Der Bau der Oberlippendrüsen ist bei allen von M. Phisalix untersuchten Schlangen übereinstimmend. Sie bestehen aus kleinen azinösen Elementen, von denen jedes ein Exkretionskanälchen besitzt, das zwischen zwei aufeinanderfolgenden Oberlippenschuppen am inneren, leicht eingebogenen Rande der Oberlippen ausmündet. Im hinteren Teile, der an die Giftdrüse angrenzt, stehen die Drüsen dichter gedrängt. In jedem Lobulus besteht das Epithel aus mehreren Zellschichten, die von zweierlei Art sind; das Lumen ist sehr eng, die Drüsen daher ziemlich kompakt. Die inneren Zellen, die das Lumen begrenzen, sind Schleimzellen, die in mehreren Reihen angeordnet sind; sie werden am Grunde des Azinus von einer zweiten Art von Zellen, nämlich von serösen, begrenzt, deren Inhalt dunkler ist als die der inneren, eine feine Granulation aufweist und sich durch Nukleolen des Kerns auszeichnet; sie erscheinen während sämtlicher Phasen der Aktivität der Drüsen unverändert. Es sind also Zellen zweierlei Art in der Oberlippendrüse enthalten, von denen die Schleimzellen nach erfolgter Exkretion und vor Neubildung des Sekretes deutlich abgegrenzt erscheinen, mit abgerundetem Kern im unteren Drittel der Zelle; die das Vorkommen von Schleim anzeigenden Färbemittel lassen die Anwesenheit desselben noch nicht erkennen. Sobald die Zelle ihre Tätigkeit wieder aufnimmt, wobei sie sich ausdehnt und verlängert, wird ihr Protoplasma wieder heller; der Kern verliert seine kugelige Form und wird gegen die Zellmembran gepreßt, wo er sich bogenförmig abplattet; zu dieser Zeit ist bereits Schleim gebildet und das Lumen der Drüse verengt, wenngleich noch sichtbar. Hernach wird Schleim aus den Zellen ausgestoßen; zu dieser Zeit kann man keine inneren oder seitlichen Wände der Zellen unterscheiden, sondern nur die des Randes und die die Lobuli begrenzende Membran, während das ganze Innere von einer wolkigen Masse eingenommen wird, die alle Einzelheiten verdeckt, weil sie Farbstoffe begierig aufnimmt.

So ist der Bau der Oberlippendrüsen bei allen Schlangen; die von M. Phisalix beobachteten Differenzen beziehen sich auf unwesentliche Punkte, so ist bei Coelopeltis monspessulana das Lumen groß, bei Proteroglyphen und Viperiden ist das Epithel einfach und daher liegen die schleimabsondernden Zellen direkt der Wand an oder es sind die serösen Zellen niedriger und weniger zahlreich als bei der Ringelnatter.

Da von den Proteroglyphen und den Colubriden überhaupt nur Doliophis die Anschwellung des Drüsenausführungsganges besitzt, so ist es begreiflich, daß M. Phisalix diese Gattung den Viperiden zurechnet.

D. Blutgefäße, Nerven und Muskeln des Giftapparates bei den Schlangen.

(Abbildungen 23—30 nach Phisalix).

Die Kopfregion wird von der aus dem rechten Aortenbogen kommenden linken Carotis communis versorgt, deren Verzweigungen sowohl zur Oberlippen-

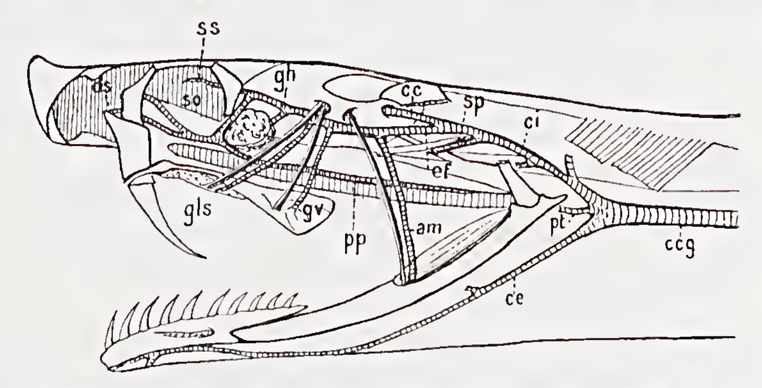


Fig. 23. Kopfarterien von Vipera aspis. *ccg* linke Carotis communis, *ce*, *ci* Carotis externa, interna, *cc* Zerebraler Ast der *ci*, *pt* Arteria pterygoidea, *sp* erste Spinalarterie, *ef* Anastomose der beiden Fazialarterien, *am* untere Maxillararterie, *pp* Art. pterygopalatina, *gtr* Art. zur Harderischen Drüse.

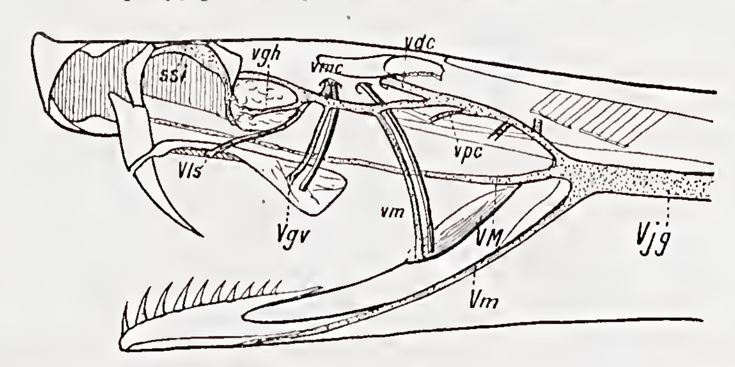


Fig. 24. *Vjg* Vena jugularis, *VM* Maxillaris superior, *ssi* Sinus venosus suborbitalis, *Vdc* Vena dorsalis cerebralis, *Vmc* Vena mediana cerebralis, *Vpc* Vena cerebralis posterior, *Vm* Vena mentalis.

drüse als auch zur Parotis hinziehen; das von diesen Drüsen abgehende Blut wird von Zweigen der linken Vena jugularis der linken Vorkammer des Herzens zugeführt.

Die Giftdrüse (Parotis) sowohl als die Oberlippendrüse werden von dem vorderen Aste des Nervus trigeminus innerviert, der an jede Drüse einen besonderen

Ast abgibt, während die für den Giftapparat wichtige Muskulatur von dem hinteren Aste desselben Nervs versorgt wird.

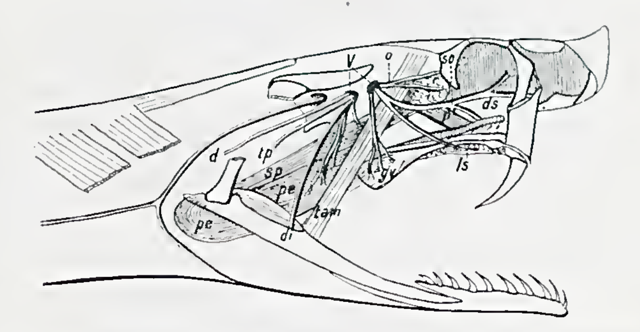


Fig. 25. Nervenversorgung der Giftdrüse von Vipera aspis (Trigeminus-Äste). Hintere Trigeminus-Wurzel: *d* Nerv des Digastricus; *tp* Nerv des Temporalis posterior. *di* Nerv des unteren Dentarius. Vordere Trigeminuswurzel: *so* N. suborbitalis.

Für die Mechanik des Bisses, womit ja die Einimpfung des Giftes in die durch den Biß erzeugte Wunde in engstem Zusammenhange steht, kommen die Muskeln der Hinterhauptsregion und der vorderen Halspartien in Betracht; es sind die folgenden:

1. Levatoren des Unterkiefers,
   a) M. parieto-quadrato-mandibularis
   b) M. temporalis anterior (bekannter als M. masseter)
   c) M. temporalis medius (temporalis)
   d) M. temporalis posterior
   e) M. parieto-mandibularis profundus

   } Öffnung des Rachens

2. Depressoren des Unterkierfers,
   a) M. digastricus (post-tympano-articularis)
   b) M. neuro-mandibularis
   c) M. costo-mandibularis
   d) M. mylo-hyoideus
   e) M. intermandibularis
   f) M. cervico-squamosalis
   g) M. cervico-angularis
   h) M. sub-occipito-articularis

   } Schließung des Rachens

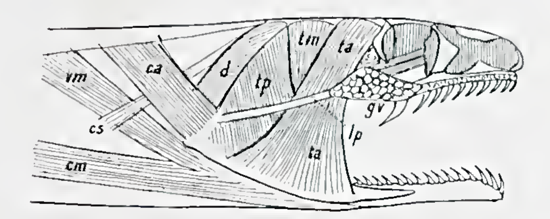


Fig. 26. Kopfmuskeln von Coelopeltis monspessulana. *ta tm tp* Temporalis anterior, medius, posterior, *d* Digastricus, *ca, cs, cm* cervico-angularis, cervico-squamosalis, costo-mandibularis, *vm* Vertebromandibularis.

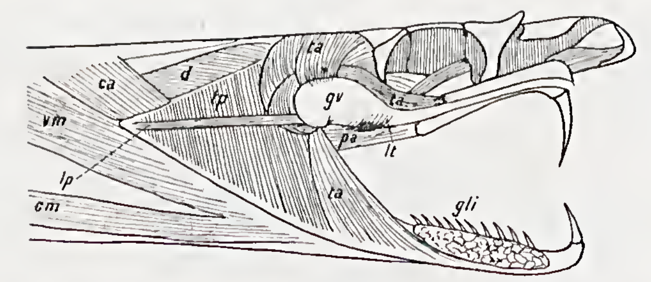


Fig. 27. Oberflächliche Muskeln des Kopfes von Dendraspis angusticeps.

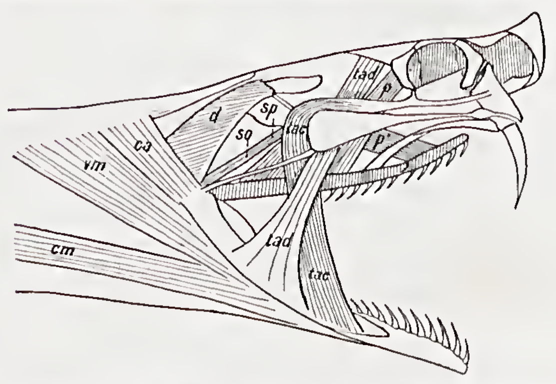


Fig. 28. Tiefe Muskeln von Vipera aspis. *p* Postorbito-pterygoideus, *pi* Pterygoideus internus; *sp* Spheno-palatinus.

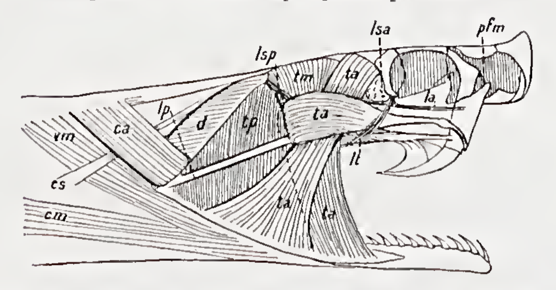


Fig. 29. Oberflächliche Muskeln des Kopfes von Vipera aspis.

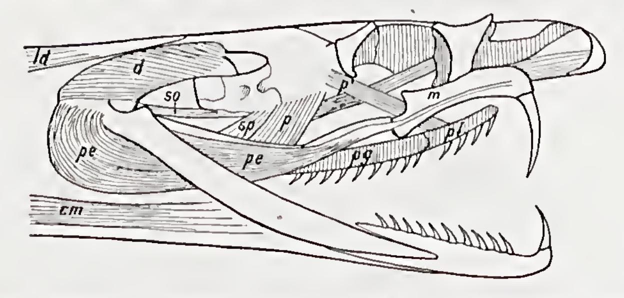


Fig. 30. Tiefe Muskeln von Dendraspis angusticeps. *ld* Latissimus dorsi, *pe* Pterogoideus externus, *so* Subocepito-articularis.

3. Protraktoren des Gaumens,
   a) M. postorbito-pterygoideus
   b) M. spheno-pterygoideus
4. Retraktoren des Gaumens
   a) M. spheno-palatinus
   b) M. pterygoideus externus
   c) M. pterygoideus internus
   d) M. spheno-vomerinus

(zu 3. und 4.: bei den Viperiden gleichzeitig Protraktoren bzw. Retraktoren der Giftzähne (bzw. des Oberkiefers mit diesen))

5. Protraktoren des Kopfes,
   a) M. longissimus dorsi,
   b) M. semi-spinosus,
   c) M. sacro-lumbaris
   d) M. rectus anterior.

Die Bedeutung dieser Muskeln wird später behandelt werden.

IV. Die Verbreitung der Giftschlangen über die Erde.

Giftschlangenfreie Gebiete, namentlich in Europa.

Wenn wir die opisthoglyphen Nattern, die dem Menschen und den Haustieren fast niemals Schaden zuzufügen imstande sind, außer Betracht lassen, so bleiben als die zwei wichtigsten Gruppen der Giftschlangen die proteroglyphen Colubriden (mit den landbewohnenden Elapinae und den im Meere lebenden Hydrophiinae) und die Viperiden (mit den beiden Unterfamilien der Viperinae ohne Grube zwischen Nasenloch und Auge und der Crotalinae mit einer solchen, vermutlich als Sinnesorgan fungierenden Grube) übrig. Die Viperidae sind zweifellos nördlicher Herkunft; sie finden sich auf den drei Nordkontinenten fast soweit, als Reptilien überhaupt zu existieren imstande sind, leben in den Gebirgen der Alten wie der Neuen Welt bis zu einer Höhe von 3000 m und darüber, gehen in Südamerika bis N. Patagonien (Bothrops ammodytoides), in Afrika bis zum Kap, in der indoorientalischen Region bis Ceylon, Java und der Kette der kleinen Sundainseln, fehlen dagegen vollständig auf Neuguinea, Australien, Tasmanien, Neuseeland und der ganzen pazifischen Inselwelt.

Von ihnen sind die Viperinae auf die Alte Welt beschränkt und ihre Verbreitung hier deckt sich so ziemlich mit derjenigen der ganzen Familie der Viperiden; die Crotalinae dagegen sind auf dem amerikanischen Kontinent und den sogenannten kleinen Antillen, auch auf den Inseln an der Westküste von Nordamerika

(Kalifornien) und in Niederländisch-Westindien, außerdem im südöstlichsten Europa (Uralgebiet), in Mittelasien wie im ganzen Tropengebiet Asiens zu Hause, fehlen aber völlig in Afrika, auf den großen Antillen, wie im weitaus größten Teil Europas.

Die Elapinae, Giftnattern, bewohnen vorwiegend die Gebiete südlich vom Äquator und gehen in Amerika (wo sie nur in einer einzigen Gattung, Micrurus = Elaps, vertreten sind) und Afrika nur in wenigen Arten nach Norden darüber hinaus, während sie in Asien, Papuasien und Australien auch nördlich vom Äquator zahlreich vertreten und in letzten beiden Gebieten die alleinigen Giftschlangen sind. —

Die Hydrophiinae, Seeschlangen, leben in den wärmeren Teilen des Indischen und Stillen Ozeans, vom Persischen Meerbusen, an allen Küsten von Vorder- und Hinterindien, Indochina und Südchina, ebenso aller asiatischen, papuasischen und polynesischen Inseln von Ceylon bis Neuguinea, Australien bis an die Westküste von Mexiko und Zentralamerika, wo allerdings nur eine Art mehr vorkommt, dieselbe, die auch an der Südostküste von Afrika bis zum Kap gefunden wurde (Hydrus platurus).

Die Zahl der bekannten Giftschlangen beträgt etwa 390 (von 2300 überhaupt bekannten Schlangenarten), die sich folgendermaßen auf die einzelnen Erdteile verteilen:

	Elapinae	Viperinae	Crotalinae
Europa	—	8	1
Asien	30	16	30
Afrika	32	50	—
Amerika	45	—	62
Australien und Neuguinea	90	—	—

Größere und zusammenhängende giftschlangenfreie Gebiete sind die arktischen Länder (in Europa bis zum 67. Grad nördl. Br., in Nordasien bis zum 60. Grad, in Nordamerika bis zum 55. Grad), die ganze Antarktis, Chile und der südlichste Teil von Südamerika (Südpatagonien und Feuerland) (in diesen Teilen der Erde leben [von Chile abgesehen] überhaupt keine Schlangen), außerdem in Europa:

Deutschland und Österreich. In Deutschland fehlen Giftschlangen nach L. Müller im nördlichen Baden und Württemberg, im größten Teil von Unterfranken, in Hessen-Darmstadt und im linksrheinischen Bayern.

In Österreich ist frei von Giftschlangen: der Wienerwald von seinem Ostrande (Sandstein- und Kalkzone) und die angrenzenden Teile des Hügellandes im Westen bis zur Ybbs, ebenso das

Tullnerfeld, die Wachau, das Krems- und Untere Kamptal, das nordöstliche Niederösterreich vom Manhartsberg bis zur March und zwischen Donau und Thaya, die Hainburger Berge, das Leithagebirge, Mittelsteiermark.

Inseln: Irland; die tyrrhenischen Inseln; einige Inseln in Dalmatien: Solta, Lissa; Lagosta.

in Griechenland: Skyros, Lemnos, wahrscheinlich noch andere.

Ferner (mit Ausnahme der küstenbewohnenden Seeschlangen):

in Afrika:

Madagaskar, Mascarenen, Seychellen.

in Amerika:

die großen Antillen: Kuba, Jamaika, Haiti, Portoriko; die Galapagos-Inseln;

im Pazifik:

Neuseeland, Neukaledonien (ohne Schlangen überhaupt); Samoa; überhaupt der größte Teil der pazifischen Inseln östlich von Neuguinea (mit Ausnahme des Bismarck- und Salomons-Archipels, der Fidji-Inseln).

V. Systematische Übersicht der wichtigsten Giftschlangen der Erde.

Im nachstehenden sollen eine Übersicht und kurze Beschreibung der durch Giftwirkung und Häufigkeit besonders bemerkenswerten Schlangenarten gegeben werden. Es wäre eine ganz überflüssige Belastung dieses Werkes, etwa alle Arten hier aufzuführen, die jemals beschrieben worden sind, oft nur nach einem oder wenigen Exemplaren und über deren Giftwirkung in der Regel gar nichts bekannt ist. Viele Arten einer Gattung sind einander so ähnlich, daß ihre Unterscheidung sehr schwer fällt und es ist anzunehmen, daß sie auch in ihrer Giftwirkung keine oder nur geringfügige Verschiedenheiten aufweisen. Es sind daher nur die europäischen, westasiatischen und nordafrikanischen Giftschlangen vollzählig aufgeführt, von den übrigen, wie erwähnt, nur die wirklich gefährlichen und als „Landplage“ in Betracht kommenden, über deren Giftwirkung auch etwas bekannt ist. —

Während die Unterscheidung der Schlangenfamilien nach osteologischen Merkmalen geschieht, worauf bereits früher hin-

gewiesen wurde, werden die einzelnen Gattungen großenteils nach dem Gebiß, ferner nach gewissen wichtigen Merkmalen der Hautbedeckung, die Arten nach solchen von geringerer Wichtigkeit und Konstanz, sowie auch in letzter Linie nach der Färbung unter-

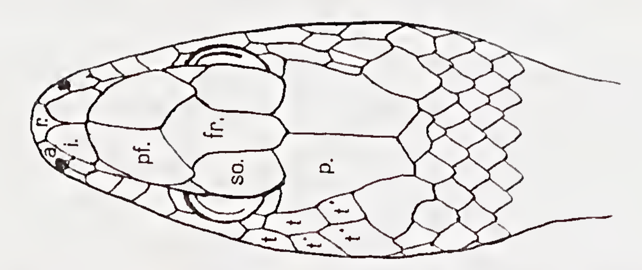


Fig. 31. Kopf von Psammophis sibilans von oben. *p* Rostrale (Schnauzenschild), *i* Internasale (Zwischennasenschild), *pf* Präfrontale (Vorderstirnschild), *fr* Frontale (Stirnschild), *so* Supraokulare (Augenbrauenschild), *p* Parietale (Scheitelschild), *a* Vorderes Nasale (Nasenschild), *t* Temporalia (Schläfenschilder).

schieden, die entweder innerhalb derselben Art recht variabel oder aber bei anderen wieder innerhalb der Gattung sehr gleichförmig ist, daher keine große Bedeutung besitzt. Zur Erleichterung der Bestimmung möge hier eine Anzahl von Abbildungen gebracht werden, die die jetzt allgemeingültigen Bezeichnungen für die Kopf- und Körperbeschuppung der Schlangen erkennen lassen. Dabei möge folgendes bemerkt werden:

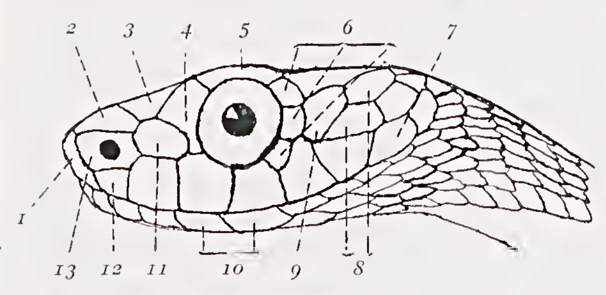


Fig. 32. Kopf von Dispholidus typus, von der Seite: *1* Rostrale, *2* Internasale; *3* Präfrontale, *4* Präokulare, *5* Supraokulare, *6* Postocularia, *7* letztes Supralabiale, *8* hintere Temporalia, *9* vorderes Temporale, *10* Sublabialia, *11* Loreale, *12* erstes Supralabiale, *13* Nasale (ungeteilt).

Als Schnauzenkante wird die Kante zwischen der Oberseite des Kopfes und den senkrechten oder nach außen abfallenden Seiten der Schnauze bezeichnet.

Die Schuppen des Rumpfes werden stets an der dicksten Stelle des Körpers, also in der Mitte, schräg von einer Seite der Bauchschilder (Ventralia) bis zur anderen gezählt. Es ist ratsam, die Zählung mehrmals zu wiederholen, um sicher zu gehen, da von der richtigen Zählung manchmal die Richtigkeit der Bestimmung ab-

hängt. Die Ventralia (Bauchschilder) werden folgendermaßen gezählt: nach den hintersten Kehlschuppen beginnen quer verbreiterte, meist sechseckige Schilder; ist man im Zweifel, ob es sich noch um Kehlschuppen oder schon um Ventralia handelt, so beginnt man mit dem ersten Schild, das breiter als lang ist; man zählt bis zur Afterspalte. Vor dieser liegt ein einfaches oder paariges Analschild. Die Subkaudalschilder zählt man, von der Afterspalte beginnend, bis zur Schwanzspitze; bei paarigen Subkaudalschildern wird jedes Paar als eins gezählt. Auch hier wiederhole man die Zählung zur Sicherstellung der Richtigkeit.

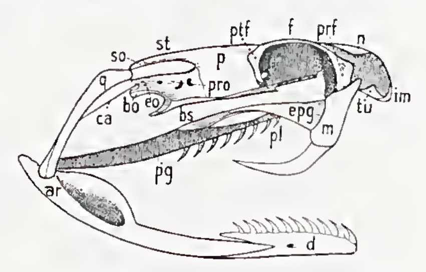


Fig. 33. Schädel von Vipera aspis.

Europa.

Europa beherbergt nach unseren derzeitigen Kenntnissen 9 Arten von Giftschlangen, davon 8 Arten der Gattung Vipera (Viperinae) und eine Art von Ancistrodon (Crotalinae). Drei von diesen Arten haben in Europa eine sehr beschränkte Verbreitung, indem die in Nordafrika und Westasien weitverbreitete Levante-Otter (Vipera lebetina LINNÉ) nur auf der griechischen Insel Milos (Cycladen-Archipel) und den nächstgelegenen Eilanden, die aus Kleinasien und Nordsyrien bekannte Vipera bornmülleri WERNER nur bei Konstantinopel (Spartakule), der in ganz Mittelasien häufige Ancistrodon halys PALLAS nur im südöstlichsten Winkel Rußlands (Astrachan, Wolgagebiet) gefunden wurde. Die übrigen Arten haben eine weitere Verbreitung. — Proteroglyphe Schlangen fehlen in Europa[1]). Bei allen europäischen Giftschlangen ist die Pupille senkrecht elliptisch oder spaltförmig, die Schuppen sind stets gekielt.

Die Unterscheidung läßt sich auf folgende Weise ausführen:

1. Eine tiefe Grube zwischen Nasenloch und Auge. **Ancistrodon halys.**
   Keine Grube zwischen Nasenloch und Auge. **Vipera (2).**
2. Supraokularschild groß; Schuppen in 19—23 (ausnahmsweise 25) Längsreihen; Schuppen auf der Schnauze und Stirn glatt oder höchstens schwach gekielt. 3
— Supraokulare mäßig groß oder schmal oder ganz durch kleine Schildchen ersetzt; die ganze übrige Oberseite des Kopfes mit kleinen, schindelartig angeordneten und in der Regel gekielten Schuppen; Schuppen in 23—33 Längsreihen. 6
3. Schnauze ganz flach; Frontale und Parietale meist deutlich unterscheidbar; in der Regel nur eine Reihe von Schildchen zwischen Auge und Oberlippenschildern. 4

1) Die einzige opisthoglyphe Schlange Europas, die in großen Exemplaren (sie erreicht bis 2 m Länge) allenfalls gefährlich werden könnte, obwohl mir aus meiner langjährigen Erfahrung an dieser häufigen südeuropäischen Art kein einziger Bißfall mit Vergiftungserscheinungen bekannt geworden ist, wäre die Eidechsennatter, Coelopeltis monspessulana, durch die sehr großen Augen, die vertiefte Stirngegend und die in der Mitte längsvertieften Schuppen leicht kenntlich.

— Schnauze wenigstens etwas aufgeworfen oder mit einem weichem beschuppten Horn. **5**

4. Schnauze stumpf zugespitzt, Rostrale meist nur mit einem einzigen Apikalschild in Berührung; 6—9 (meist 7—8) Oberlippenschilder; Schuppen in 19 (sehr selten 21) Längsreihen; Ventralia: beim ♂ 120—135, beim ♀ 125—142. **Vipera ursinii.**

Schnauze ziemlich zugespitzt, mit etwas aufgeworfener Schnauzenkante; Rostrale mit einem einzigen Apikalschild in Berührung. 8—9 Oberlippenschilder; Schuppen in 21 (selten 29) Längsreihen; ♂ mit 130—148, ♀ mit 130—150 Ventralen. **Vipera renardi.**

Schnauze abgestutzt oder breit abgerundet, Rostrale mit zwei Apikalschildchen in Berührung (selten nur mit einem); Schuppen in 21 (selten 19 oder 23) Längsreihen; Ventralia ♂ 132—150, ♀ 132—158. **Vipera berus.**

5. Schnauze einfach aufgeworfen; das Rostrale mit zwei oder drei Apikalschildchen in Berührung. Rostrale nicht mehr als 1½mal so hoch als breit. Ventralia beim ♂ 134—158, beim ♀ 144—169. **Vipera aspis.**

Schnauze stark aufgeworfen, mitunter ein kurzes Horn bildend, dessen Vorderfläche fast nur vom Rostrale gebildet wird, während es oben (hinten) von 3—6 Schildchen bedeckt wird; Rostrale 1½ bis 2mal so hoch wie breit; Ventralia 135—146 beim ♂, 135—147 beim ♀. **Vipera latastii.**

— Schnauze in ein weiches beschupptes Horn endigend (10—20 Schuppen); Rostrale nicht viel höher als breit; Ventralia 133—158 beim ♂, 135—162 beim ♀. **Vipera ammodytes.**

6. Subcaudalia 28—35 (♂), 26—29 (♀); Schuppen in 21—23 Reihen, Supraocularia groß, die an die Supralabialia anstoßenden Schläfenschuppen glatt. **Vipera bornmülleri.**

— Subcaudalia 38—51 (♂), 29—48 (♀); Schuppen in 25—27 Reihen; Supraocularia schmal, oder in Schuppen aufgelöst; die an die Supralabialia anstoßenden Schläfenschuppen gekielt. **Vipera lebetina.**

Afrika.

Aus praktischen Gründen ist es vorteilhaft, die Giftschlangen Nordafrikas von denen des tropischen und südlichen Afrika getrennt zu behandeln. Nordafrika reicht in diesem Sinne bis zum nördlichen Wendekreis. In diesem Gebiete haben wir 9 Arten von Giftschlangen, davon 3 Arten von proteroglyphen Nattern (Elapinen) und 6 Viperiden (alle aus der Unterfamilie Viperinae). Sie unterscheiden sich wie folgt:

1. Kopf oben mit großen Schildern bedeckt; Pupille rund; Schuppen glatt; zwei große Giftzähne mit vorderer Furche vorn am Oberkiefer, dieser unbeweglich. **2**

— Kopf oben mit kleinen, gekielten Schuppen bedeckt; Pupille vertikal elliptisch bis spaltförmig; Schuppen stark gekielt. Ein großer hohler Giftzahn vorn im Oberkiefer; dieser sehr kurz, nach vorn und hinten drehbar. **3**

2. Auge von den Oberlippenschildern durch einen Ring von kleinen Schildchen getrennt; das 6. oder 7. Oberlippenschild am größten und höchsten, an die Portocularia anstoßend. **Naia haie.**

— Das 3. und 4. Oberlippenschild berührt das Auge; das 3. ist das höchste, das 6. und 7. stößt nicht an die Portocularia. Hinter den beiden großen Giftzähnen noch wenigstens ein kleiner. **Naia nigricollis.**

— Das 3. und 4. Oberlippenschild berührt das Auge; das 3.—5. sind die höchsten; hinter den beiden großen Giftzähnen kein weiterer Zahn am Oberkiefer. **Walterinnesia aegyptia.**

3. Schuppen des Rumpfes in Längsreihen, mit glatten Kielen. **(Vipera) 4**
— Schuppen des Rumpfes in schiefen Reihen, mit sägeförmigen Kielen. **5**
4. Schnauze stark aufgeworfen oder mit kurzem Horn; Schuppen in 21 Längsreihen; Ventralia 125—146 beim ♂, 135—147 beim ♀. **Vipera latastii.**
— Schnauze nicht aufgeworfen; Schuppen in 23—27 Längsreihen; Ventralia 147—177 beim ♂, 152—180 beim ♀. **Vipera lebetina.**
5. Ventralia seitlich winkelig aufgebogen; Subcaudalia zweireihig. **(Cerastes) 6**
— Ventralia abgerundet; Subcaudalia einreihig. **(Echis) 7**
6. Schuppen in 27—35 Reihen (schwer zu zählen); Ventralia 130—165; oft ein Horn über jedem Auge. **Cerastes cornutus.**
— Schuppen in 23—27 Reihen (schwer zu zählen); Ventralia 102—122; niemals ein Horn über dem Auge; Schwanzspitze oft schwarz. **Cerastes vipera.**
7. Zwei Reihen von Schuppen zwischen Auge und Oberlippenschildern; Nasenloch in Berührung mit dem Rostrale; 10—12 Oberlippenschilder. **Echis carinatus.**
— Drei oder vier Reihen von Schuppen zwischen Auge und Oberlippenschildern; Nasenloch vom Rostrale durch Schuppen getrennt; 12—15 Oberlippenschilder. **Echis coloratus.**

Tropisches und südliches Afrika.

Die Giftschlangen gehören zu den Elapinen und Viperinen; eine einzige Seeschlange, Pelamydrus platurus, im indischen Ozean bis zum Kap, an dem seitlich zusammengedrückten Schwanz leicht kennbar. Die meisten Gattungen sind für das Gebiet charakteristisch. Nur je eine aglyphe und eine opisthoglyphe Natter sind hier aufgenommen, die eine (Boodon lineatus und ihre Verwandten), überall von den Eingeborenen als giftig angesehen — vgl. Lycodon in Indien —, die andere als giftig wissenschaftlich festgestellt (Dispholidus typus).

1. Vordere Oberkieferzähne verlängert, ohne Furchen oder Kanal; Schuppen glatt, in 21—23 Längsreihen (Erdschlangen). **Boodon** und Verwandte.
— Hinterste Oberkieferzähne verlängert, mit vorderer Längsfurche; Kopf kurz, Auge sehr groß, mit runder Pupille; Schuppen schmal, in schiefen Reihen. Baumschlange. **Dispholidus typus.**
— Vorderste Oberkieferzähne verlängert mit vorderer Längsfurche; Schuppen glatt; Oberkiefer länger als hoch, Pupille rund. **2**
— Vorderste Oberkieferzähne stark verlängert, mit einem Giftkanal; Oberkiefer höher als lang, nach vorn oder hinten drehbar; Kopf oben meist mit gekielten Schuppen bedeckt, Pupille meist senkrecht.
2. Körper sehr gestreckt, Kopf lang und schmal, Schuppen sehr schief angeordnet; Färbung meist grün; ein großer Fangzahn im Unterkiefer, durch einen beträchtlichen Zwischenraum von den folgenden kleinen Zähnen getrennt; Oberkiefer nach aufwärts drehbar, dahinter keine Oberkieferzähne. Große Baumschlangen. **Dendraspis (6)**
— Keine isolierten vorderen Unterkieferzähne. **3**
3. Oberkiefer nach vorn nicht über das Niveau der Gaumenbeine hinausragend;
   a) Schuppen in 21 Längsreihen. **Boulengerina.**
   b) Schuppen in 13—15 Längsreihen, schief, Schwanz sehr kurz. **Elapechis.**
— Oberkiefer nach vorn über die Gaumenbeine hinausragend; Schuppen schief. **4**
4. Hinter den großen Giftzähnen eine oder wenige kleine Zähne am Oberkiefer. **Naia (7).**
— Hinter den großen Giftzähnen keine weiteren Zähne am Oberkiefer. **5**
5. Schuppen stark gekielt; Rostrale normal. **Merremia.**
— Schuppen glatt oder gekielt; Rostrale sehr groß, an den Seiten abgehoben. **Aspidelaps.**

6. Ein großes oberes Temporalschild vorhanden, das den ganzen Außenrand des Parietale berührt;

Schuppen in 13 Reihen, die äußeren halb so lang wie dies des Rückens. **Dendraspis viridis.**

Schuppen in 15 Reihen, die äußeren nicht kürzer als die des Rückens. **Dendraspis jamesonii.**

— Temporalschilder 2 oder 3 + 4, zwei den Außenrand des Parietale berührend; Schuppen in 19—23 Reihen, äußere nicht kürzer als die des Rückens. **Dendraspis angusticeps.**

7. Schuppen am Halse in 19—35 Reihen **8**

— Schuppen am Halse in 15—17 Reihen **10**

8. Das 6. und 7. Supralabiale am größten und höchsten, die Postocularia berührend. **9**

— Das 3. Supralabiale am höchsten, das 6. und 7. nicht in Berührung mit Postokularen. **Naia nigricollis.**

9. Auge von den Oberlippenschildern durch Subokularschildchen getrennt. **Naia haie.**

— Das 3. und 4. Oberlippenschild berührt das Auge:

Rostrale so hoch als breit. **Naia flava.**

Rostrale viel breiter als hoch. **Naia melanoleuca.**

10. Auge von den Oberlippenschildern durch Subokularschildchen getrennt; Schuppen in 17 Längsreihen. **Naia anchietae.**

— Auge mit dem 4. oder 3. und 4. Supralabiale in Berührung; Schuppen in 13—15 Längsreihen. **Naia goldii.**

11. Kopf oben mit großen symmetrischen Schildern bedeckt; Pupille rund. **12**

— Kopf oben mit gekielten Schuppen bedeckt; Pupille senkrecht. **13**

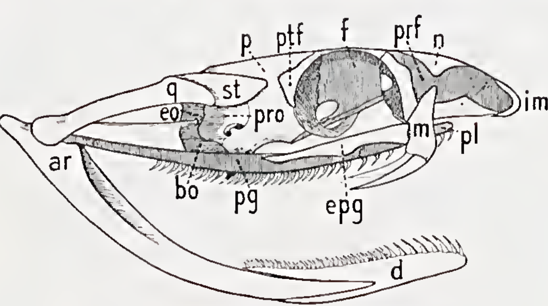


Fig. 34. Schädel von Causus rhombeatus.

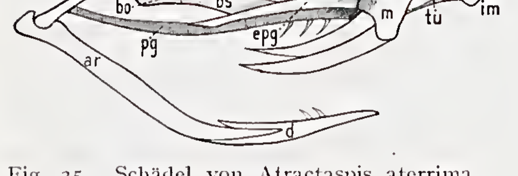


Fig. 35. Schädel von Atractaspis aterrima.

12. Unterkieferzähne wohl entwickelt; Auge mäßig groß. **Causus.**

— Unterkieferzähne auf 2 oder 3 reduziert; Auge klein (Färbung meist einfarbig schwarz). **Atractaspis.**

13. Seitenschuppen nicht kleiner als die des Rückens; Subcaudalia in zwei Reihen. **Bitis (15)**

— Seitenschuppen kleiner als die des Rückens in schiefen Reihen, Subcaudalia einreihig. **14**

14. Schuppenkiele sägezähnig; Schwanz nicht einrollbar. **Echis.**

— Schuppenkiele nicht sägezähnig; Schwanz einrollbar (Greifschwanz). **Atheris.**

15. Nasenlöcher aufwärts gerichtet; kein Nasen- oder Augenbrauenhorn; Schuppen in 29—41 Reihen. **Bitis arietans.**

— Nasenlöcher nach auf- und auswärts gerichtet. **16**

16. Keine hornartig aufgerichteten Schuppen auf der Schnauze, Schuppen in 22—31 Reihen. **17**
— Vergrößerte, mehr weniger aufrechtstehende hornartige Schuppen auf der Schnauze. Schuppen in 33—41 Reihen. **18**
17. Keine hornartig aufgerichteten Schuppen über dem Auge. **Bitis peringueyi** u. **atropos.**
— Eine oder mehrere hornartige Schuppen über dem Auge. **Bitis caudalis** u. **cornuta.**
18. Schnauze mit zwei kurzen Hörnern dicht nebeneinander. **Bitis gabonica.**
— Schnauze mit 2—3 langen Hörnern jederseits, die voneinander durch kleine Schuppen getrennt sind. **Bitis nasicornis.**

Asien.

Auch die Giftschlangen von Asien sind besser nach engeren geographischen Gesichtspunkten zu betrachten, um das Bestimmen zu erleichtern, da es sich ja wohl ausnahmslos um an Ort und Stelle frisch getötete oder noch lebende Tiere handeln wird, nicht um Alkoholmaterial, das ja oft zweifelhafter Provenienz sein kann. Es soll also unterschieden werden:

Westasien: Kaukasus, Kleinasien, Syrien, Palästina, Arabien, Persien.
Innerasien: Sibirien, Transkaspien, Turkestan, Mongolei, Mandschurei, Nord-China, Tibet, Japan.
Tropisches Asien: Vorder- und Hinterindien, Ceylon, Sundainseln, Philippinen, Süd-China, Hainan, Formosa, Liu-Kiu-Archipel.

1. Westasien

(ohne Ancistrodon, ohne Trimeresurus).

1. Kopf oben mit großen Schildern bedeckt. Körperschuppen glatt, Pupille rund; zwei große Giftzähne mit Längsfurche (dahinter in einiger Entfernung wenige ebensolche kleine) vorn am Oberkiefer; dieser lang, unbeweglich. **Naia (haie).**
— Kopf oben mit gekielten kleinen Schuppen; Körperschuppen gekielt; Pupille vertikal elliptisch oder ein vertikaler Spalt; ein großer Giftzahn, dicht dahinter ein oder mehrere Ersatzzähne, alle hohl; Oberkiefer kurz, vertikal, nach vorn und hinten drehbar.
2. Seitenschuppen so groß wie dies des Rückens, in Längsreihen, mit einfachem Kiel. **Vipera (3).**
— Seitenschuppen kleiner als die des Rückens, in schiefen Reihen, Kiele sägezähnig. **6**
3. Supraokulare groß, Schnauze flach, Schuppen in 21 (selten 19 oder 23) Längsreihen; Frontale und Parietalia meist deutlich vorhanden. **Vipera berus.**
— Supraokulare groß, aufrichtbar, mit winkeligem freien Außenrand, der vom Auge durch eine Reihe von Schuppen getrennt ist. Schuppen in 23 Reihen. **Vipera raddii.**
— Supraokulare groß, nicht aufrichtbar, Schnauze mit einem weichen, beschuppten Horn; Schuppen in 21—23 Reihen. **Vipera ammodytes.**
— Supraokulare mäßig groß, schmal oder fehlend; kein Schnauzenhorn; Frontale und Parietalia nicht unterscheidbar. Schuppen in 23—27 Reihen. **4**
4. Subcaudalia 28—35 (♂), 26—29 (♀). Schuppen in 21—23 Reihen; Schnauzenschuppen glatt; Supraocularia groß, die an die Supralabialia anstoßenden Schläfenschuppen glatt. **Vipera bornmülleri.**
— Subcaudalia 38—51 (♂), 29—48 (♀); untere Schläfenschuppen gekielt. **5**
5. Schuppen in 23—25 Reihen; Schnauzenschuppen stark gekielt, Supraocularia groß. **Vipera xanthina.**

— Schuppen in 25—27 Reihen; Schnauzenschuppen glatt; Supraocularia schmal oder in Schuppen aufgelöst. **Vipera lebetina.**

6. Bauchschilder seitlich aufwärts geknickt; Subcaudalia in zwei Reihen. **Cerastes** (s. S. 37).

— Bauchschilder ohne Seitenkanten, Subcaudalia einreihig. **Echis** (s. S. 37).

2. Innerasien

(Ancistrodon von Westen nach Osten zunehmend; wenige Vipera-Arten).

1. Oberseite des Kopfes mit großen Schildern bedeckt; Schuppen glatt; Pupille rund; Oberkiefer lang, nicht nach vorn oder hinten drehbar, mit zwei großen gefurchten Giftzähnen, dahinter in einiger Entfernung wenige kleine gleichfalls gefurchte Zähne. **Naia (tripudians).**

— Oberseite des Kopfes mit großen Schildern bedeckt; eine tiefe Grube zwischen Nasenloch und Auge; Schuppen stark gekielt; ein großer Giftzahn vorn an dem kurzen, drehbaren Oberkiefer, dicht daneben bzw. dahinter eine oder mehrere Ersatzzähne. **Ancistrodon (2).**

— Oberseite des Kopfes mit kleinen und größeren Schildern bedeckt, kleine auf der Schnauze und zwischen Supraocularia, Frontala und Parietalia; keine Grube zwischen Nasenloch und Auge; Schuppen stark gekielt; Giftzähne wie Ancistrodon. **Vipera (4).**

2. Schnauze in einem beschuppten Anhang endigend; Schuppen in 21 Reihen. **Ancistrodon acutus.**

— Schnauze ohne beschuppten Anhang. 3

3. Schnauze ein wenig aufgestülpt. **Ancistrodon halys.**

— Schnauze nicht aufgestülpt. **Ancistrodon blomhoffii.**

4. Schnauze zugespitzt; Rostrale berührt ein Apikalschildchen. **Vipera renardi.**

— Schnauze abgestutzt oder breit abgerundet; Rostrale berührt zwei Apikalschildchen. **Vipera berus.**

3. Tropisches Asien.

Hier kommen auch große Arten aus der Gruppe der opisthoglyphen Colubriden (Boiga) als giftig in Betracht, doch sind Todesfälle unbekannt; ebenso werden von der gewöhnlichen Hausschlange von Indien, Lycodon aulicus mehrfach Bisse mit schwerer Giftwirkung angegeben, obwohl sie zu den aglyphen Nattern gehört. Ich will die wenigen als für den Menschen giftig bekannten Aglyphen und Opisthoglyphen Indiens hier aufnehmen; da sie sich durch den Mangel besonderer Kennzeichen, mit Ausnahme des Gebisses, auszeichnen, so kommen sie auf nachfolgender Bestimmungsübersicht an den Schluß:

1. Eine tiefe Grube zwischen Nasenloch und Auge. **(Crotalinae) 4**

— Keine Grube zwischen Nasenloch und Auge. 2

2. Kopf oben mit gekielten Schuppen bedeckt. **(Viperinae) 5**

— Kopf oben mit großen symmetrischen Schildern bedeckt. 3

3. Vorderste Oberkieferzähne verlängert, längsgefurcht. **Colubridae proteroglyphae 6**

— Hinterste Oberkieferzähne verlängert, gefurcht. (Giftwirkung auf den Menschen nur von Boiga dendrophila bekannt.) **Colubridae opisthoglyphae.**

— Oberkieferzähne durchwegs ohne Furche. (Giftwirkung auf den Menschen nur von wenigen nachgewiesen, namentlich Lycodon aulicus.) **Colubridae aglyphae, Boidae** usw. usw.

4. Kopf oben mit großen Schildern bedeckt. **Ancistrodon 7**

— Kopf oben großenteils mit gekielten Schuppen bedeckt. **Trimeresurus 8**

5. Seitliche Rumpfschuppen so groß wie die des Rückens, in Längsreihen und einfachen Kielen, Subkaudalschilder zweireihig. **Vipera (russellii).**

— Seitliche Rumpfschuppen kleiner als die des Rückens, in schiefen Reihen und mit sägezähnigen Kielen; Subkaudalschilder einreihig. **Echis (carinatus).**

6. Schwanz einfach zugespitzt, nicht seitlich zusammengedrückt. **Elapinae (17)**

— Schwanz seitlich stark zusammengedrückt, am Ende abgerundet. **Hydrophiinae 23.**

7. Schuppen in 17 Reihen, mehr oder weniger deutlich gekielt; Schnauze stark aufgestülpt, oben mit kleinen Schildern bedeckt. **Ancistrodon hypnale.**

— Schuppen glatt, in 21 Reihen; Schnauze nicht aufgestülpt. **Ancistrodon rhodostoma.**

— Schuppen scharf gekielt in 21 (selten 23) Reihen; Schnauze wenig aufgestülpt, mit scharfer Kante; hintere Supralabialschilder mit den Temporalschildern verschmolzen. **Ancistrodon himalayanus.**

8. Alle Kopfschuppen stark gekielt; Gularschuppen gekielt; (Schuppen in 19—27 Reihen; Ventralia 127—154; Subcaudalia 45—55; Schwanz ein Greifschwanz). **Trimeresurus wagleri.**

— Schuppen zwischen den Augen glatt; Gularschuppen glatt. **9**

9. Vorderste Sublabialia der Länge nach geteilt; Schuppen stumpf und schwach gekielt; Schuppen in 21—23 Reihen; 14 Längsreihen von Schuppen zwischen den Supraokularen (Schwanz ein Greifschwanz). **Trimeresurus puniceus.**

— Vorderstes Sublabiale nicht längsgeteilt. **10**

10. Schuppen in 17—19 Reihen, glatt oder schwach gekielt; 3—5 Schuppen in einer Querreihe zwischen den Supraokularen; Schwanz ein Greifschwanz. **Trimeresurus trigenocephalus.**

— Schuppen in 21 oder mehr Reihen. **11**

11. Schuppen in 21 (selten 19 oder 23) Reihen; glatt oder schwach gekielt; 6—13 Schuppen in einer Querreihe zwischen den Supraokularen; Schwanz mehr oder weniger prehensil. **12**

Schuppen in 21—27 Reihen, stark gekielt, Schwanz nicht oder kaum prehensil. **13**

— Schuppen in 21—25 (selten 27) Reihen; Ventralia 129—158; Subcaudalia 21 bis 57; 5—9 Schuppen in einer Querreihe zwischen den Subokularen; Schwanz nicht zum Greifen geeignet. **15**

— Schuppen in 27—37 Reihen, schwach gekielt; Ventralia 174—231; Subcaudalia 54—90; Schwanz kein Greifschwanz. **16**

12. Supraokulare schmal, 145—175 Ventralia; Schläfenschuppen glatt. **Trimeresurus gramineus.**

— Supraokulare breit, 180—191 Ventralia; Schläfenschuppen glatt. **Trimeresurus sumatranus.**

— Schläfenschuppen stumpf gekielt. **Trimeresurus anamallensis.**

13. 7—9 Schuppen in einer Querreihe zwischen den Supraokularen; Schuppen in 21—23 Reihen. (Ventralia 164—188, Subcaudalia 54—67.) **Trimeresurus jerdonii.**

— 10—15 Schuppen in einer Querreihe zwischen den Supraokularen; Schuppen in 23—27 Reihen. **14**

14. Ventralia 183—218, Subcaudalia 72—92. **Trimeresurus mucrosquamatus.**

— Ventralia 160—182, Subcaudalia 55—76. **Trimeresurus purpureomaculatus.**

15. Supraocularia groß, durch 5—8 Längsreihen von Schuppen getrennt. **Trimeresurus monticola.**

— Supraocularia klein, manchmal in kleinere Stücke aufgelöst, durch 8—11 Längsreihen von konvexen Schuppen getrennt. **Trimeresurus strigatus.**

16. Schuppen in 33—37 Längsreihen; Ventralia 222—231; Subcaudalia 54—90; 8 oder 9 Oberlippenschilder. **Trimeresurus flavoviridis.**
17. Mittlere Schuppenreihe des Rückens aus vergrößerten, sechseckigen Schuppen bestehend. **Bungarus (18)**
— Mittlere Schuppenreihe des Rückens nicht aus vergrößerten, sechseckigen Schuppen bestehend. **Naia (21)**
18. Subkaudalschilder einreihig; Schuppen in 15 (selten 17) Reihen. **19**
— Subkaudalschilder wenigstens teilweise zweireihig in 13 Reihen. **Bungarus flaviceps.**
19. Rücken kantig; Schwanz stumpf endigend; vorderes Temporale kaum länger als hoch. **Bungarus fasciatus.**
— Rücken nicht kantig; Schwanz zugespitzt; vorderes Temporale viel länger als hoch. **20**
20. Schuppen in 15 Reihen. **Bungarus coeruleus** u. Verwandte.
— Schuppen in 17 oder 19 Reihen. **Bungarus sindanus.**
21. Schuppen in 15 Längsreihen um die Rumpfmitte, ein Paar große Schilder hinter den Parietalen. **Naia hannah (bungarus).**
— Schuppen in 17—25 Reihen um die Rumpfmitte. Keine vergrößerten Schilder hinter den Parietalen. **Naia naia (tripudians).**
22. Rumpf drehrund, Ventralia breit. **23**
— Rumpf seitlich zusammengedrückt, Ventralia klein. **24**
23. Nasenlöcher seitlich; Nasalschilder durch Internasalia getrennt; 1—2 kleine Zähne hinter den großen Giftzähnen des Oberkiefers. **Platurus.**
— Nasenlöcher nach aufwärts gerichtet; Nasalia auf der Oberseite der Schnauze aneinanderstoßend; 8—10 kleine Furchenzähne hinter den großen Giftzähnen des Oberkiefers. **Aipysurus.**
24. Kinnschild (Symphysiale) schmal, zum Teil in einer tiefen Längsfurche des Kinnes verborgen. **Enhydrina.**
— Kinnschild dreieckig, nicht in einer Furche verborgen. **25**
25. 4—18 kleine Zähne hinter den großen Giftzähnen des Oberkiefers. **26**
— 2—5 kleine gefurchte Zähne hinter den großen Giftzähnen des Oberkiefers; Körperbau sehr gedrungen. **Enhydris.**
26. Keine Ventralschilder; Nasenloch in einem Nasale. **Pelamydrus.**
— Ventralschilder vorhanden, wenigstens in der Vorderhälfte des Rumpfes; ein Präokulare vorhanden. **Distira.**

Australien und Neuguinea

(nebst den umliegenden Inseln).

Dieses Gebiet enthält keine anderen landlebenden Giftschlangen, als Elapinen, also proteroglyphe Nattern. Bei ihrer ganzen Gleichförmigkeit in morphologischer Beziehung ist ihre Unterscheidung nicht leicht und es muß der Bau des Oberkiefers und des Gaumenskelettes herangezogen werden. Wenn es nur darum zu tun ist, zu erkennen, ob es sich um eine Giftschlange handelt oder nicht, kann dies leicht durch Vergleich mit nachstehender Abbildung erkennen: Die Elapinen haben fast ausnahmslos kein Lorealschild und das unterste vordere Temporale springt mehr oder weniger weit nach unten zwischen die benachbarten Oberlippenschilder vor. Dadurch wird ein für die Gruppe sehr charakteristischer Gesichtsausdruck hervorgerufen. Bei der großen Zahl von Elapinen-Arten in dem behandelten Gebiete

hat es sich als notwendig erwiesen, nur die allerhäufigsten und gefährlichsten Arten aufzunehmen. Sie werden wie folgt zu erkennen sein:

1. Oberkiefer nach vorn über das Niveau des Gaumenbeines (Palatinum) vorragend. **Furina.**
— Oberkiefer nicht über das Palatinum vorragend. 2
2. Auf die großen Gifthaken folgen nach hinten am Oberkiefer 4—8 kleine Furchenzähne, Kopf nicht deutlich vom Hals abgesetzt, Subcaudalia zweireihig. 3
— Auf die Gifthaken folgen 7—15 kleine Furchenzähne, Kopf mehr oder weniger deutlich abgesetzt. 4
— Auf die Gifthaken folgen 1—5 kleine, undeutlich gefurchte Zähne. 5
— Auf die Gifthaken folgen keine Zähne im Oberkiefer; Nasale ungeteilt; Subcaudalia unpaar. **Elapognathus.**
3. Vordere Ober- und Unterkieferzähne wesentlich größer als die folgenden; Nasenloch zwischen zwei Nasalen. **Glyphodon.**
— Ober- und Unterkieferzähne nach hinten allmählich an Größe abnehmend. **Ogmodon.**
4. Keine Schnauzenkante; Auge klein, mit vertikaler Pupille. **Pseudelaps.**
— Schnauzenkante deutlich; Auge mäßig groß oder groß, mit runder Pupille. **Diemenia (Demansia).**
5. Kopf mehr oder weniger deutlich vom Hals abgesetzt. 6
— Kopf nicht abgesetzt, Subcaudalia zweireihig. **Rhynchelaps.**
6. Körperbau schlank, natternartig. 7
— Körperbau gedrungen, vipernartig. 10
7. Schuppen glatt, nicht schief. 8
— Schuppen glatt, in schiefen Reihen, die seitlichen kürzer als die des Rückens; Subcaudalia einreihig. **Notechis.**
8. Ventralia gerundet. 9
— Ventralia seitlich kantig aufgebogen. **Hoplocephalus.**
9. Schnauzenkante deutlich; Subcaudalia alle oder zum Teil zweireihig. **Pseudechis.**
— Schnauzenkante undeutlich oder fehlend; Subcaudalia (mit einer Ausnahme) einreihig. **Denisonia.**
10. Schuppen glatt; Subcaudalia einreihig. **Brachyaspis.**
— Schuppen mehr oder weniger deutlich gekielt; hintere Subcaudalia zweireihig; Schwanzende in einem langen Stachel endigend. **Acanthophis.**

Amerika.

Amerika ist außerordentlich reich an gefährlichen Giftschlangen, mehr als das in dieser Beziehung so verrufene Indien. Mit verschwindend geringer Ausnahme (nur durch eine Gattung, Elaps, mit meist ungefährlichen Arten, sind die Giftnattern, Elapiden, vertreten), gehören sie alle zu den Crotalinen der Viperidenfamilie, die durch den bestentwickelten Giftapparat sich auszeichnen. Kein Wunder daß gerade auf diesem Kontinent das erste im großen Maßstabe errichtete Serum-, institut entstanden ist und daß auch die meisten derartigen Institute daselbst im Entstehen begriffen sind.

Es empfiehlt sich, die Giftschlangen von Kanada und den Vereinigten Staaten von denjenigen von Zentral- und Südamerika getrennt zu behandeln. Nur die durch Größe oder Häufigkeit besonders bemerkenswerten Arten wurden hier berücksichtigt; für den für die Systematik nicht Interessierten wird es sogar genügen, zu wissen, daß alle Schlangen mit tiefer Grube zwischen Nasenloch und Auge Grubenottern (Crotalinae) und mehr oder weniger gefährlich sind: Dagegen sind die Korallenschlangen (Micrurus = Elaps aus der Familie Colubridae = Nattern) nur zum

allergeringsten Teil gefährlich, trotz ihres Giftes, da sie wenig beißlustig sind; man hat daher im Seruminstitut von Butantan in letzter Zeit die Herstellung eines besonderen Anti-Elaps-Serum eingestellt.

1. Kanada und Vereinigte Staaten.

1. Keine Grube zwischen Nasenloch und Auge; kein Schildchen an der Seite des Kopfes zwischen hinterem Nasale und Präokulare (Loreale), Körper schwarz und rot geringelt. **Micrurus (Elaps).**
— Eine tiefe Grube zwischen Nasenloch und Auge. **2**
2. Schwanz am Ende mit einer aus ineinandersteckenden Hornringen bestehenden Klapper oder Rassel (rattle, sonnette). **3**
— Schwanz einfach zugespitzt, ohne Klapper. **Ancistrodon 4**
3. Kopf oben mit großen, symmetrischen Schildern. **Sistrurus 5**
— Kopf zum größten Teil, jedenfalls hinter den Augen mit gekielten Schuppen bedeckt. **Crotalus 6**
4. Loreale fehlt; daher oberes Präokulare in Berührung mit dem hinteren Nasale; 3. Supralabiale berührt in der Regel das Auge; Schuppen in 25 (selten 27) Längsreihen. Ventralia 130—147. **Ancistrodon piscivorus.**
— Loreale vorhanden, das obere Präokulare vom hinteren Nasale trennend; Auge von den Supralabialen durch Subokularschildchen getrennt; Schuppen in 23 (selten 25) Längsreihen. Ventralia 145—155. **Ancistrodon contortrix.**
5. Loreale fehlt; hinteres Nasale und oberes Präokulare stoßen daher aneinander; heller Seitenstreifen des Kopfes beginnt am Nasale. **Sistrurus catenatus.**
— Loreale vorhanden, trennt hinteres Nasale und oberes Präokulare; heller Seitenstreifen des Kopfes beginnt erst am Auge. **Sistrurus miliarius.**
6. Oberseite der Schnauze mit drei Paaren von Schildern, die in der Mittellinie aneinanderstoßen. **Crotalus molossus.**
— Oberseite der Schnauze wenigstens in der Mitte mit kleinen Schuppen oder Schildchen. **7**
7. Augenbrauenschilder in einen hornartigen Fortsatz ausgezogen. Schuppen in 21 Reihen. **Crotalus cerastes.**
— Augenbrauenschilder nicht in ein Horn ausgezogen. **8**
8. Nasale vom Rostrale durch kleine Schuppen getrennt; 2—5 Lorealia. **Crotalus mitchellii.**
— Nasale an das Rostrale anstoßend. **9**
9. Ein oder zwei Lorealia. **10**
— Drei oder mehr Lorealia; Schuppen in 23 Reihen. **Crotalus lepidus.**
10. Rostrale so breit wie hoch oder breiter als hoch. Supraocularia in der Regel eingekerbt oder geteilt. **Crotalus tigris.**
Rostrale höher als breit. **11**
11. Schwanz hell mit schwarzen Querbinden; Rücken mit größeren, hell geränderten Rautenflecken. **Crotalus adamanteus.**
Schwanz mit braunen oder undeutlichen Querbinden. **Crotalus confluentus.**
— Schwanz einfarbig schwarz; Rücken mit nach vorn offenen Winkelflecken; Schuppen in 25 Reihen. **Crotalus horridus.**

2. Zentral- und Südamerika.

1. Hintere Oberkieferzähne verlängert, aber nicht gefurcht; Oberkiefer drehbar; Körper gedrungen, vipernartig; Oberseite mit großen dreieckigen Flecken oder sanduhrförmigen, also auf den Rücken verengten Querbändern. **Xenodon.**
2. Hintere Oberkieferzähne verlängert, meist gefurcht; Körper auf hellem (rotem) Grunde mit schwarzen Ringen. Loreale vorhanden (dadurch leicht von Elaps zu unterscheiden!) **Erythrolamprus aesculapii.**

3. Vordere Oberkieferzähne verlängert und gefurcht, Körper hell (rot, gelb oder weiß) und schwarz geringelt; kein Loreale. **Micrurus (Elaps).**

4. Vordere Oberkieferzähne stark verlängert, hohl, dahinter keine am Oberkiefer; eine tiefe Grube zwischen Nasenloch und Auge. **Crotalinae (5).**

CROTALUS TERRIFICUS — CASCAVEL
LACHESIS JARARACA (LANCEOLATA) — JARARACA
L. ATROX — CAIÇACA
L. NEUWIEDII — JARARACA DE RABO BRANCO
L. JARARACASSU — JARARACASSÚ
L. COTIARA — COTIARA
L. ALTERNATA — URUTÚ
L. ITAPETININGÆ — COTIARINHA
L. MUTA — SURUCUCÚ
ELAPS CORALLINUS, E. FRONTALIS — CORAL VENENOSA

Fig. 36.

5. Schwanz ohne Klapper am Ende. 6
— Schwanz mit einer aus ineinandersteckenden Hornringen bestehenden Klapper oder Rassel am Ende. 18

6. Kopf oben mit großen, symmetrischen Schildern bedeckt. **Ancistrodon (bilineatus).**
— Kopf oben großenteils mit kleinen Schildern oder Schuppen bedeckt (meist nur Supraocularia groß). 7



7. Keine Subcaudalia an der Unterseite der Schwanzspitze, sondern 5 Schuppenreihen; Schuppen des Vorderkopfes oben körnig, etwas gewölbt; Rumpfschuppen mit stark höckerig vortretenden Kielen. **Lachesis (muta).**
— Subcaudalia auch an der Schwanzspitze unterscheidbar. **Bothrops 8.**
8. Schwanz einrollbar (Greifschwanz); Färbung meist grün. **9**
— Schwanz nicht einrollbar. Färbung nicht grün, meist grau oder braun. **10**
9. Subcaudalia alle oder größtenteils in zwei Reihen; Schuppen in 27—35 Reihen; Ventralia 198—218. **Bothrops bilineata[1]).**
— Subcaudalia alle oder größtenteils einreihig; Schuppen in 19—25 Reihen; Ventralia 138—162. **Bothrops Schlegelii.**
10. Subcaudalia alle oder größtenteils einreihig. **11**
— Subcaudalia alle oder größtenteils in zwei Reihen. **12**
11. Supraokulare schmal, von dem der anderen Seite durch 7—10 Schuppenreihen getrennt; Ventralia in 121—134 Reihen. **Bothrops nummifer.**
— Supraokulare breit, von dem der anderen Seite durch 5—7 Schuppenreihen getrennt; Ventralia in 132—159 Reihen; Schnauze stark aufgestülpt. **Bothrops brachystoma.**
12. Lorealgrube von den Oberlippenschildern durch Schuppen getrennt. **13**
— Lorealgrube an das 2. Oberlippenschild anstoßend. **16**
13. Schuppen in 29—35 Reihen; 167—188 Ventralia. **Bothrops alternata.**
— Schuppen in 21—27 Reihen. **14**
14. 168—182 Ventralia, 41—53 Subcaudalia. **Bothrops neuwiedii.**
— 149—160 Ventralia; 28—38 Subcaudalia. **15**
15. Schnauze nicht aufgestülpt, Ventralia 150—152. Subcaudalia 28—29. **Bothrops itapetiningae.**
— Subcaudalia 47—52; Unterseite schwarz. **Bothrops cotiara.**
— Schnauze aufgestülpt, in eine beschuppte Warze endigend; Ventralia 149—160, Subcaudalia 30—38. **Bothrops ammodytoides.**
16. Internasalia und Canthalia groß und breit, letztere in der Mittellinie nur durch wenige Schuppen getrennt; Kopf breit, dreieckig; Schläfenschuppen deutlich gekielt. Supralabialia 8. **Bothrops jararacussu.**
— Internasalia und Canthalia schmal, auf der Schnauze einen breiten beschuppten Raum freilassend; Supraocularia deutlich länger als breit. **17**
17. 7 (selten 8) Supralabialia, Schläfenschuppen stark gekielt. Schnauzenkante stark erhöht. **Bothrops atrox.**
— 8 (selten 7 oder 9) Supralabialia, Schläfenschuppen schwach gekielt; Schnauzenkante wenig erhöht. **Bothrops jararaca.**
18. Kopf oben mit großen symmetrischen Schildern. **Sistrurus (19).**
— Kopf außer den Supraokularen nur auf der Schnauze mit großen Schildern, sonst mit Schuppen. **Crotalus (20).**
19. Rostrale breiter als hoch, oben umgebogen; ein Loreale trennt hinteres Nasale und vorderes Präokulare; Schnauzenkante undeutlich. **Sistrurus ravus.**
— Rostrale so breit wie hoch oder höher als breit; oben nicht umgebogen; Schnauzenkante scharf. Kein Loreale. **Sistrurus catenatus.**
20. Oberseite der Schnauze mit drei Paaren von symmetrischen Schildern, die in der Mittellinie aneinanderstoßen. **Crotalus terrificus.**
— Oberseite der Schnauze nur seitlich und vorn mit Schildern, auf der Fläche mit kleinen gekielten Schuppen; ein Loreale; Schuppen in 23 Reihen. **Crotalus triseriatus.**

---

1) Die südamerikanischen Crotaliden ohne Klapper am Schwanzende gehören bis auf Lachesis muta alle zu Bothrops, welche Gattung früher mit den altweltlichen Verwandten (Trimeresurus) vereinigt und zu Lachesis gestellt wurden.

Kurze Beschreibung der in vorstehender Bestimmungstabelle vorkommenden Giftschlangen in systematischer Reihenfolge.

A. Colubridae (Nattern).

1. Colubridae aglyphae.

1. **Lycodon aulicus,** Wolfszahnnatter, engl. „Wolf-Snake" Hausschlange.

Schnauze stark abgeplattet, Auge mit senkrecht elliptischer Pupille. Schuppen glatt, in 17 Längsreihen. Oberkiefer stark gebogen, vorn zwei lange Fangzähne, dahinter nach einem Zwischenraum eine Reihe kleinerer Zähne. Zwei lange Fangzähne auch im Unterkiefer, die kleineren dahinter ebenfalls durch einen Zwischenraum von ihnen getrennt. Färbung oben braun, einfarbig oder mit weißen Querbinden; Unterseite weiß. Länge gegen 50 cm. — Von Vorderindien und Ceylon durch ganz Südostasien bis zur Malaiischen Halbinsel, die Sundainseln und Philippinen verbreitet. — Diese kleine Schlange führt eine nächtliche Lebensweise und wird oft in der Nähe menschlicher Wohnungen oder in diesen selbst angetroffen, wo sie auf Eidechsen Jagd macht. Bißfälle bei Menschen mit tödlichem Ausgange sind nicht bekannt, und nur wenige mit merklichen Vergiftungserscheinungen.

2. **Boodon lineatus,** Boazahnnatter.

Kopf abgeplattet, Auge mir senkrecht elliptischer Pupille; Schuppen glatt, in 25—31 Reihen. Vordere Oberkieferzähne etwas verlängert, von den folgenden durch einen geringen Zwischenraum getrennt, im ganzen etwa 20; vordere Oberkieferzähne verlängert; Färbung oben braun, einfarbig oder mit einem oder zwei gelblichen Längsstreifen, wenigstens an der Seite des Kopfes; Unterseite gelblich. Länge bis 87 cm. — Tropisches und südliches Afrika. — Außer dieser Schlange wird auch die nahe verwandte westafrikanische Bothrophthalmus lineatus, der sich durch eine starke längs verlaufende Vertiefung vor dem Auge unterscheidet, für giftig gehalten, doch liegen keine sicheren Angaben darüber vor. Auch Boodon kommt bei und in menschlichen Wohnungen vor und führt eine nächtliche Lebensweise. Nahrung erwachsener Tiere wahrscheinlich kleine Nager.

3. **Xenodon severus.**

Körper kurz und gedrungen, Kopf breit, vom Rumpf deutlich abgegrenzt, mit großen Augen mit runder Pupille. Oberkiefer

kurz, mit 10—12 kleineren Zähnen, dahinter zwei stark verlängerte, nach hinten gerichtete Zähne; Schuppen glatt, in 21 Reihen. Färbung hellgrau mit sanduhrförmigen, also in der Mitte des Rückens verengten, dunkleren braunen, dunkler gesäumten Querbinden, Kopf mit dunklen schiefen Querbändern. Bei Erwachsenen verblassen die dunklen Zeichnungen oft vollständig; ausnahmsweise kommen ganz schwarze Exemplare vor. Länge bis 170 cm. — Im tropischen Amerika von Kolumbien, Guyana und Venezuela bis Brasilien und Peru verbreitet. — Fünf ähnliche Arten in Südamerika, die meisten sind sehr häufig. Nur ein Bißfall von Xenodon severus bekannt, jedoch mit geringfügigen Folgen. (Schmerzhafte Anschwellung des gebissenen Daumens.)

2. Colubridae opisthoglyphae (Trugnattern).

4. **Erythrolamprus aesculapii.**

Zähne im Oberkiefer 10—15, dahinter nach einem Zwischenraum zwei schwach verlängerte, vorn gefurchte unter dem Augenhinterrand. Auge mit runder Pupille. Schuppen glatt, in 15 Längsreihen. Grundfärbung im Leben rot, mit schwarzen einfachen oder doppelten Ringen. Von den giftigen Elaps-(Micrurus-) Arten durch den Besitz eines Lorealschildes, das größere Auge schon äußerlich zu unterscheiden, trotz weitgehender Ähnlichkeit in Färbung und Zeichnung. Länge bis 78 cm. — Verbreitung über einen großen Teil des tropischen Amerika von Nikaragua bis Peru, Bolivien und Brasilien. — Von dieser häufigen Natter ist nur ein Bißfall, mit Anschwellung und mehrere Stunden dauerndem Schmerz in dem gebissenen Zeigefinger, bekannt geworden.

5. **Diopholidus typus,** „Boomslang" der Buren.

Kopf vom Hals deutlich abgesetzt. Auge sehr groß, mit runder Pupille; Schuppen sehr schmal, schief, mehr oder weniger stark gekielt, in 19 oder 21 Längsreihen, Körper schlank, Schwanz lang. Oberkiefer mit 7 oder 8 kleinen Zähnen, dahinter drei große gefurchte Giftzähne unterhalb des Auges; Färbung grün, einfarbig oder Schilder und Schuppen schwarz gerändert oder braun oder schwarz. Länge bis 150 cm. — Im tropischen und südlichen Afrika weit verbreitet; Baumschlange, namentlich auf Akazien, lebt von kleinen Vögeln und Chamäleons. — Bißfälle mit tödlichem Ausgange beim Menschen werden von Fitzsimmons mitgeteilt; im allgemeinen wird die Schlange für harmlos gehalten.

6. **Boiga dendrophila (Dipsadomorphus).**

Kopf vom Hals deutlich abgesetzt; Auge mit senkrecht elliptischer Pupille. Körper schlank, etwas seitlich zusammengedrückt. Schwanz lang. Schuppen in 21 Reihen, die der Mittelreihe des Rückens vergrößert, sechseckig. Färbung blauschwarz mit zitronengelben Querbinden. Länge bis 190 cm. — Malaiische Halbinsel und Archipel. Viele verwandte Arten in Afrika, Indien, China, Neuguinea und Australien, durch Kopf- und Körperform, sowie das Gebiß (Oberkieferzähne 10—14, dahinter 3 verlängerte gefurchte Giftzähne, vorderste Unterkieferzähne verlängert) übereinstimmend. Leben von Vögeln, Fledermäusen und Eidechsen. Baumbewohner. Ein Bißfall von B. dendrophila mit folgenden Vergiftungserscheinungen ist von J. Reichelt mitgeteilt worden. Im allgemeinen gelten diese Schlangen aber für ungefährlich.

3. Colubridae proteroglyphae (Giftnattern).

1. Elapinae, Landgiftnattern.

Alle Elapinen sind giftig, die kleineren Arten scheinen aber nicht gefährlich zu sein, wohl aber die Jungen der größeren. Die meisten sind Bodenbewohner, bis auf Dendraspis. Viele sind Schlangenfresser, andere leben von Fröschen, Eidechsen, Vögeln und Kleinsäugern.

7. **Ogmodon vitianus.**

Oberkiefer mit 8 gefurchten Zähnen, die nach hinten an Größe abnehmen; Kopf klein, nicht vom Hals abgesetzt; Auge sehr klein, mit runder Pupille; Schuppen glatt, in 17 Reihen; Schwanz kurz. Länge bis 36 cm; Färbung braun, in der Jugend mit je einem gelben Fleck auf dem Hinterkopf. Unterseite und Seiten heller. — Fidschiinseln.

8. **Glyphodon tristis.**

Oberkiefer mit einem Paar großer gefurchter Zähne, dahinter nach einem Zwischenraum 6 kleine, gleichfalls gefurchte; auch Unterkieferzähne schwach gefurcht, die vordersten stark vergrößerte Fangzähne. Kopf klein, nicht vom Hals abgesetzt; Auge sehr klein, Pupille rund oder senkrecht elliptisch. Schuppen glatt, in 17 Reihen; Schwanz kurz. Oberseite schwarzbraun, die Schuppen heller gesäumt, Hinterkopf und Hals oft gelblich oder rötlich; Unterseite gelb, Länge 90 cm. — Nordostaustralien und Südostneuguinea.

9. **Pseudelaps muelleri.**

Oberkiefer mit einem Paar großer gefurchter Zähne, dahinter nach einem weiten Zwischenraum 8—10 kleine gefurchte Zähne; vordere Unterkieferzähne stark verlängerte Fangzähne. Kopf vom Hals wenig abgesetzt; Auge klein, mit senkrecht

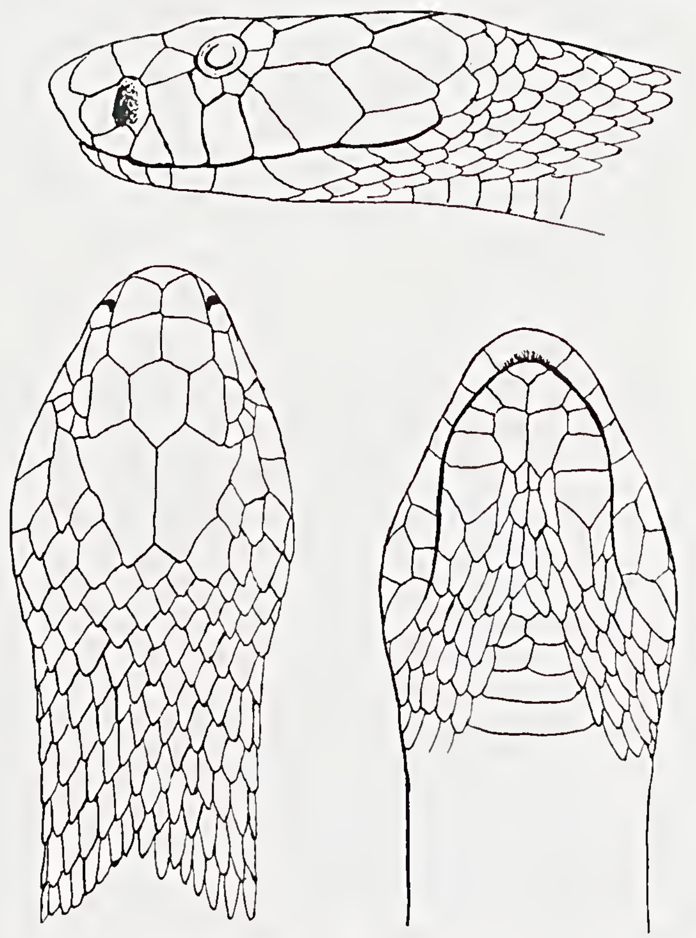


Fig. 37. Naia haie, Uräusschlange, Kopf von der Seite, von oben und unten als Habitusbild (nach WERNER).

elliptischer Pupille. Schuppen glatt, in 15 Reihen. Oberseite braun, Kopf oft schwarz gefleckt oder marmoriert; ein schwarzer, hellgesäumter Streifen an jeder Kopfseite; ein schwarzbraunes Nackenquerband bei Jungen deutlich, öfters noch im Alter erkennbar; Bauch gelblich oder korallenrot, einfarbig oder schwärzlich gefleckt oder punktiert; Kehle braun oder schwarz.

Länge 50 cm. — Molukken, Neuguinea und Bismarckarchipel (Neubritannien).

— **Pseudelaps diadema.**

Von voriger Art verschieden dadurch, daß das Nasale vom Präokulare weit getrennt (bei P. muelleri in Berührung mit ihm) ist, ferner durch die Färbung. Oberseite hell- oder rötlichbraun, jede Schuppe schwarz gerändert, oder einfarbig schwarzbraun; Kopf und Nacken dunkelbraun bis schwarz, mit gelben Querband am Hinterkopf oder ein gelber quer ovaler, dunkel gesäumter Nackenfleck. Unterseite weiß. Länge 60 cm. — In Ost-, Nord- und Westaustralien.

10. **Diemenia (Demansia) psammophis.**

Oberkiefer mit einem Paar großer Furchenzähne, dahinter nach einem Zwischenraum eine größere Anzahl kleiner gefurchter Zähne. Vordere Unterkieferzähne verlängerte Fangzähne. Kopf wenig vom Hals abgesetzt, mit deutlicher Schnauzenkante; Auge groß, mit runder Pupille; Frontale lang; Schuppen glatt, in 15 Reihen (am Hals mehr). Oberseite hellbraun oder hellolivenfarbig, die Schuppen schmal, dunkel- oder hell gerändert. Unterseite hellgrau, gelblich oder olivengrün. Länge 140 cm. — In Südostneuguinea, in Australien weit verbreitet. Eine der häufigsten Giftschlangen Australiens.

Von den drei übrigen häufigeren Arten, die durchwegs 17 (seltener 19) Schuppenreihen besitzen, ist D. modesta mit nur 154—165 Bauchschildern, oberseits hell olivenfarbig mit oder ohne schmale weit getrennte dunkle Querbinden; die Jungtiere haben ein schwarzes Querband über den Kopf, eines über den Nacken, dazwischen eine gelbe Querlinie, ein gelber Fleck vor dem Auge. Unterseite hellgelb, mit oder ohne schwarze Flecke. Länge 43 cm. — Westaustralien. — D. textilis hat 190—232 Bauchschilder, ist oberseits hellbraun oder olivenbraun mit oder ohne schwarze Querbinden; Kopfzeichnung der Jungtiere wie bei voriger Art. Unterseite schwarz gefleckt. Länge 170 cm. — Ostaustralien. Gleichfalls eine häufige Giftschlange von Cap York bis Viktoria verbreitet. — D. nuchalis mit 184—224 Bauchschildern, ist oben braun bis schwärzlich, mit oder ohne helle Querbinden, unten gelblich, einfarbig oder mit kleinen roten Flecken. Kopfzeichnung bei Jungen aus zwei dunkelbraunen Flecken (einer am Hinterkopf, einer am Nacken) bestehend. Länge bis 140 cm. — In Australien weit verbreitet.

11. **Pseudechis porphyriacus,** Schwarzotter.

Nur wenige Zähne hinter den großen Giftzähnen; Kopf ziemlich deutlich vom Hals abgesetzt, mit deutlicher Schnauzen-

kante; Auge verhältnismäßig klein; mit runder Pupille; Schuppen glatt, in 17 Reihen (am Hals mehr). Untere Schwanzschilder einreihig. — Diese Schlange, eine der gefürchtetsten Giftschlangen Australiens, ist an der Färbung (oben schwarz, unten rot, die Bauchschilder schwarz gesäumt) leicht erkennbar. Länge fast 160 cm. — In Ost-, West- und Südaustralien häufig.

12. **Denisonia superba.**

Nur wenige Zähne hinter den großen Giftzähnen; Pupille rund, Schuppen glatt, in 15 Reihen. Subcaudalia einreihig. Oberseite braun, oft die Schuppen schwarz gerändert; Seitenschuppen oft gelb oder lachsrot; Unterseite gelblich oder olivengrau; Ventralia am Grunde schwärzlich. Junge mit schwarzem Nackenfleck, der hinten gelblich gesäumt ist; Lippenschilder gelblich, schwarz gefleckt. Länge über 1 m. Neusüdwales, Südaustralien und Tasmanien.

— **Denisonia coronata.**

Von voriger Art dadurch verschieden, daß ein schwarzes Nackenband auch bei erwachsenen Tieren vorhanden ist; ein schwarzer Streifen an jeder Kopfseite, vorn quer über das Schnauzenende hinziehend; Oberlippe unter diesem Streifen gelb, schwarz gefleckt; Länge bis 48 cm. — Westaustralien und Neusüdwales.

— **Denisonia coronoides.**

Gleichfalls der D. superba nahestehend, aber Frontale 2—3mal (bei den zwei vorigen Arten höchstens 2mal) so lang wie breit; Färbung ähnlich wie bei voriger Art; aber ein gelbes Nackenband vorhanden oder fehlend. Länge 44 cm. — Südaustralien und Tasmanien.

— **Denisonia signata.**

Durch das geteilte Anale und 17 Schuppenreihen von den vorigen 3 Arten verschieden; Oberseite schwarz oder dunkelolivenfarbig; Kopf mit zwei gelben Längslinien an jeder Seite, eine auf der Oberlippe, eine hinter dem Auge auf der Schläfe. Länge bis 64 cm. — Queensland und Neusüdwales.

— **Denisonia maculata.**

Anale ungeteilt, wie bei superba, aber nur 121—136 (bei superba 145—160) Ventralia, Schuppen in 17 Reihen, Subcaudalia 20—30 (bei superba 41—50). Länge 40 cm. — Queensland.

— **Denisonia gouldi.**

Anale ungeteilt, Frontale viel breiter (bei superba nicht viel breiter) als ein Supraokulare; Subcaudalia 22—33. Oberseite

gelb bis braun. Kopf und Nacken schwarz; Oberlippe und Unterseite gelb. Länge bis 44 cm. — West- und Südaustralien.

— **Denisonia nigrescens.**

Anale ungeteilt und Frontale viel breiter als ein Supraokulare. Von voriger Art verschieden durch 170—200 (bei gouldi 140—170) Ventralia, Oberseite dunkel olivenbraun bis schwarz, unten gelb, Kopf oben und unten schwarz. Länge 54 cm. — Neusüdwales und Queensland.

13. **Hoplocephalus bungaroides.**

Von den Arten der vorigen Gattung (Denisonia) durch die seitlich winkelig aufgebogenen Ventralia unterscheidbar; diese 204—221; Subcaudalia einreihig, Oberseite schwarz mit gelben Flecken, die mehr oder weniger regelmäßige Querbinden bilden. Oberlippenschilder gelb, schwarz gerändert; Ventralia schwärzlich, an der Seite gelb. Länge über 160 cm.— Neusüdwales.

14. **Notechis scutatus,** Tigerotter.

Hinter den beiden verlängerten Furchenzähnen 4—5 kleine schwach gekielte Zähne; von den Unterkieferzähnen die vordersten am längsten und schwach gefurcht. Kopf vom Hals abgesetzt, mit deutlicher Schnauzenkante; Auge ziemlich klein, mit runder Pupille. Schuppen in 15—19 Reihen, glatt, schief angeordnet, die seitlichen kleiner als die des Rückens. Subcaudalia einreihig. Oberseite olivengrün bis schwärzlich, die Haut zwischen den Schuppen schwarz; Junge mit dunklen Querbinden, die im Alter verschwinden können. Unterseite gelblich, die Ventralia oft dunkel gesäumt. Länge über 150 cm.— Australien, Tasmanien. Eine der gefährlichsten und häufigsten Giftschlangen Australiens.

15. **Brachyaspis curta,** Kurzotter.

Hinter den großen beiden Furchenzähnen 2—3 kleine; vordere Unterkieferzähne stark verlängerte Fangzähne; Kopf deutlich abgesetzt; Auge klein, mit vertikal elliptischer Pupille. Körper gedrungen; Schuppen glatt, in 19 Reihen. Schwanz kurz, Subcaudalia einreihig. Oberseite einfarbig braun, unten gelb. Länge kaum 50 cm.— Westaustralien. Oft mit voriger verwechselt, aber seltener.

16. **Acanthophis antarcticus,** Todesotter.

Gebiß wie vorige Art; Kopf deutlich vom Hals abgesetzt; Auge klein, mit vertikal elliptischer Pupille; Körper gedrungen, Schuppen in 21 oder 23 Reihen; schwach oder deutlich gekielt. Schwanz kurz, am Ende seitlich zusammengedrückt, in einen langen, nach aufwärts gerichteten Stachel endigend; vordere Subcaudalia ein-, hintere zweireihig. Supraokulare oft auf-

gerichtet und winkelig. Gelblich, rötlich oder grau oben, mit mehr oder weniger deutlichen dunklen Querbinden und kleinen schwarzen Flecken; Lippenschilder mit schwarzen Flecken oder Streifen. Unterseite gelblichweiß, einfarbig oder braun oder schwarz gefleckt; Schwanzende schwarz oder gelb. Länge bis 85 cm; Molukken, Neuguinea, Australien. Eine der häufigsten und gefürchtetsten Giftschlangen Australiens.

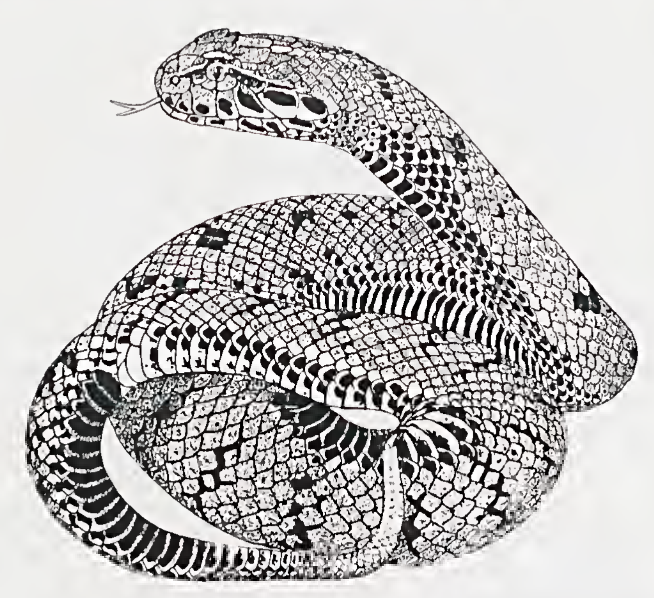


Fig. 38. Acanthophis antarctica. Todesotter, Stachelotter (nach De Rooy).

17. **Elapognathus minor.**

Hinter den Giftzähnen keine weiteren Zähne am Oberkiefer. Unterkieferzähne gleichgroß. Kopf klein, vom Hals kaum abgesetzt; Auge mit runder Pupille; Schuppen glatt, in 15 Reihen, Subcaudalia einreihig. Oberseite dunkel olivenfarbig; Junge mit schwarzem Nackenquerband; Unterseite gelblich oder hellolivengrün, die Ventralia dunkel gerändert. Länge 46 cm. — Südwestaustralien.

18. **Furina occipitalis.**

Ähnlich voriger Gattung, aber Schwanz sehr kurz, am Ende stumpf. Ventralia 180—234. Schwarz und weiß geringelt. Länge bis 60 cm. — Australien.

19. **Rhynchelaps bertholdi.**

Durch die abgeplattete, vorspringende Schnauze, den auf hellem Grund mit 20—40 schwarzen Ringen gezeichneten Körper

und kurzem Schwanz leicht erkennbar. Länge 27 cm. — Süd- und Westaustralien. — Durch 17 Schuppenreihen (15 bei Rh. bertholdi) und 143—170 Ventralia (112—126 bei bertholdi) verschieden ist Rh. semifasciatus. Länge 30 cm. — Westaustralien. — Nur Querbinden, keine vollen Ringe.

20. **Boulengerina annulata.**

Hinter den beiden großen Giftzähnen 2—4 kleine Zähne; vordere Unterkieferzähne verlängert. Kopf kaum vom Hals abgesetzt; Auge klein, mit runder Pupille; Schuppen glatt, in 23 Reihen. Oben hellgelbbraun mit schwarzen, breiten, durch eine helle Querlinie halbierten Querbinden. Unterseite einfarbig, hellgelblichweiß. Länge bis 130 cm.— Westafrika (Kamerun bis Gabun).

21. **Elapechis guentheri.**

Gebiß wie vorige; Schuppen glatt, schief, in 13 Reihen, Schwanz sehr kurz. Oberseite weißlichgrau, mit schwarzen, weißgesäumten Querbinden oder schwärzlich mit weißen Querlinien; Unterseite weißlich bis grau oder schwärzlich. Länge 52 cm. — West- und Zentralafrika.

22. **Aspidelaps lubricus.**

Hinter den beiden großen Furchenzähnen keine weiteren Zähne am Oberkiefer, vorderste Unterkieferzähne verlängert; Kopf wenig vom Hals abgesetzt, Rostralschild sehr groß, seitlich abgehoben, Schuppen schief, glatt, in 19 oder 21 Reihen; Schwanz kurz, stumpf. Ventralia 146—167. Im Leben orange oder rot, mit schwarzen Ringen; Kopfoberseite manchmal ganz schwarz und oft ein schwarzer Fleck unter dem Auge, auf der Schläfe und ein schwarzes Querband zwischen den Augen. Länge bis 60 cm. — Kapkolonie und Südwestafrika.

— **Aspidelaps scutatus.**

Verschieden von voriger Art dadurch, daß die in 19—23 Reihen stehenden Schuppen am vorderen Teil des Körpers glatt oder schwach gekielt, am Hinterkörper und Schwanz aber höckerig gekielt sind. Ventralia 115—135. Oberseite hellgrau mit schwarzen Querbinden; ein Λförmiger Fleck auf dem Kopf; ein schwarzes Nackenquerband, dahinter ein schwarzer großer Fleck; ein schwarzer Fleck unter den Augen. Unterseite weiß. Länge 52 cm. — Südwest- und Südostafrika.

23. **Merremia haemachates,** Ringhals.

Hinter den beiden großen Furchenzähnen keine weiteren Zähne am Oberkiefer; vordere Unterkieferzähne verlängert. Kopf nicht vom Halse abgesetzt; Schnauzenkante deutlich; Auge mit runder Pupille; Schuppen schief, gekielt, in 19 Reihen.

Oberseite schwarz, mit gelblichweiß oder lichtbraun gefleckt, marmoriert oder unregelmäßig quergebändert oder braun, schwarz gefleckt; Kopf oft schwarz, Unterseite schwarz, oft mit einem oder zwei weißlichen Querbändern am Hals. Länge bis 65 cm. — Kap und Südwestafrika.

24a. **Dendraspis viridis.**

Olivengrün, einfarbig oder jede Schuppe an der Spitze braun; Kopfschilder fein schwarz gesäumt. Lippenschilder gelblich, schwarz gesäumt; Bauch gelblich, Schwanz gelb, alle Schilder mit schwarzem Saum. Länge über 180 cm. — Westafrika von Senegal zum Niger, Insel S. Thomé.

24b. **Dendraspis jamesonii.**

Färbung wie vorige. Schwanz manchmal schwarz. Junge mit schwarzen winkelförmigen Querbinden. Länge bis 210 cm. — Westafrika vom Niger bis Angola, Zentralafrika.

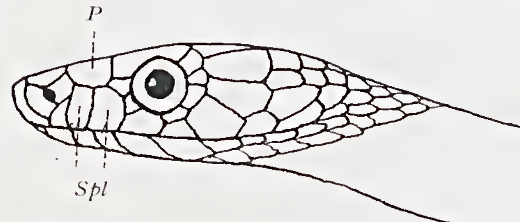


Fig. 39. Kopf von Dendraspis angusticeps (Mamba-Schlange)., Deutsch-Ostafrika, Südafrika. Hier stoßen verschieden von den anderen Elapinen zwei Supralabialschilder (*Spl*) an das Präfrontale an (vgl. Fig. 37).

24c. **Dendraspis angusticeps,** Mamba-Schlange.

Färbung grau, olivenbraun oder schwärzlich, die Schuppen manchmal schwarz gesäumt. Unterseite gelblich oder blaßgrau; Schwanzschuppen und Schilder nicht schwarz gesäumt. Länge bis 200 cm. — Westafrika südlich vom Kongo, Zentral- und Ostafrika, Transvaal, Natal.

Alle drei Arten sind große und gefährliche, baumlebende, sehr lebhafte und bissige Giftschlangen.

25. **Bungarus fasciatus.**

Hinter den großen Furchenzähnen folgen wenige (1—4) kleine, schwach gefurchte Zähne am Oberkiefer; vorderer Unterkiefer etwas verlängert und schwach gefurcht. Kopf nicht vom Hals abgesetzt. Auge klein, mit runder oder vertikal elliptischer Pupille. Schuppen glatt, schief, in 15 Reihen; Subcaudalia einreihig; Rücken kantig, Schwanz stumpf endigend; Oberseite hellgelb, mit schwarzen Ringen, die so breit oder breiter sind als die Zwischenräume zwischen ihnen; ein dreieckiger schwarzer Winkelfleck mit der Spitze zwischen den Augen, nach hinten verbreitert; Schnauze braun. Länge bis 145 cm. —

Indien (Bengalen und Südindien) bis Indochina, Südchina, die malaiische Halbinsel, Sumatra und Java.

26. **Bungarus coeruleus.**

Rücken nicht kantig; Schwanz zugespitzt; Subcaudalia einreihig. Oberseite mit dunklen Querbinden auf hellem Grunde. Länge bis 170 cm. — Vorderindien und Ceylon. Auf Ceylon noch Bungarus ceylonicus mit quergebänderter Bauchseite und nur 23—40 Subcaudalia; auf der malaiischen Halbinsel, auf Sumatra, Java und Celebes: Bungarus candidus mit 20—25 rein weißen Querbinden auf dem Rumpf, 7—9 auf dem Schwanz. — In Südchina und Indochina bis Burma: Bungarus multicinatus mit 31—45 rein weißen Querbinden auf dem Rumpf, 11—13 auf dem Schwanz. — Außerdem noch eine weitere Anzahl von Arten in Vorder- und Hinterindien, z. B. Bungarus sindanus.

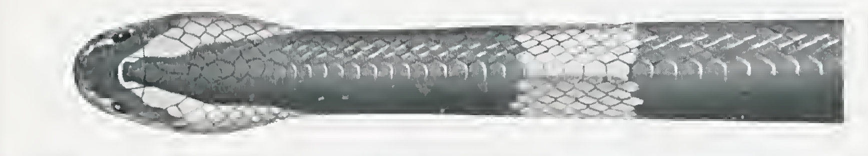




Fig. 40. Bungarus fasciatus, Pamah-Schlange (nach Wall).

27. **Walterinnesia aegyptia.**

Gebiß wie Bungarus, Kopf vom Hals abgesetzt, mit deutlicher Schnauzenkante; Auge mit runder Pupille; Rostrale groß; Schuppen glatt, in der hinteren Körperhälfte und am Schwanz schwach gekielt, 23 Reihen in der Körpermitte, 27 am Halse. Oberseite schwarz, unten heller. Länge 117 cm. — Ägypten, Persien? Verhältnismäßig sehr selten.

28. **Naia haie** („buftira" in Tunesien, „nahir" in Ägypten; Kleopatraschlange, Uräusschlange). (Fig. 37).

Die Abtrennung der Oberlippenschilder vom Auge durch Subokularschildchen kommt außer bei dieser Art nur noch bei der südwestafrikanischen N. anchietae vor; sie hat aber 19—21, anchietae 17 Schuppenreihen in der Mitte des Körpers. Färbung hellbraun bis nahezu schwarz; einfarbig oder mit dunkleren oder lichteren Flecken; Unterseite gelblich, Hals dann wenigstens

in der Jugend mit dunklem Querband oder dunkelbraun bis schwärzlich; Kopf manchmal schwarz. Länge bis 2 m. — Verbreitung von Ostalgerien bis Ägypten, Ostafrika bis Zululand und Transvaal; Arabien, Südpalästina.

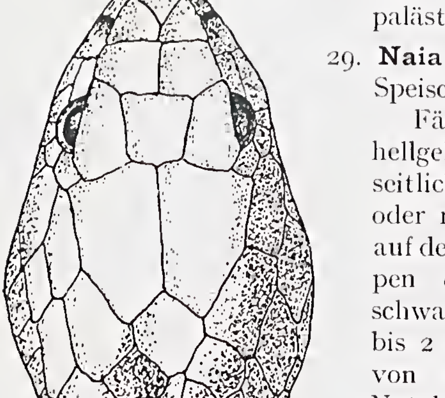


Fig. 41. Naia nigricollis. Schwarzhalsige Speischlange. Kopf von oben (nach WERNER).

29. **Naia nigricollis,** schwarzhalsige Speischlange (Fig. 9, 41).

Färbung sehr verschieden, von hellgelbbraun bis schwarz; Kopf oft seitlich und unten schwarz, oft ein oder mehrere schwarze Querbänder auf der Unterseite des Halses; Schuppen oft schwarz gerändert oder schwarz oder braun gefleckt. Länge bis 2 m. — Verbreitung sehr weit, von Oberägypten bis Transvaal, Natal, Angola, Betschuanaland, auch in ganz Westafrika.

30. **Naia flava,** südafrikanische Speischlange.

Färbung sehr verschieden, hellgelbbraun bis schwarz, einfarbig oder mit helleren oder dunkleren Flecken; Hals unten mitunter mit dunklem Querband. Länge bis 150 cm. — Südafrika.

31. **Naia melanoleuca,** westafrikanische Speischlange.

Meist oberseits schwarz, mit kleinen weißen Flecken, die zu Querbinden zusammenfließen können, oder einfarbig; Unterseite vorn gelblich und schwarz abwechselnd gebändert, hinten einfarbig schwarz; seltener braun oben, gelblich bis weiß unten. Länge bis 2½ m. — Westafrika vom Gambia bis Kamerun und Kongo; Zentralafrika.

32. **Naia anchietae,** südwestafrikanische Speischlange.

Braun bis schwarz; Schnauze und Kopfseiten heller; Unterseite gelb bis hellbraun, mit oder ohne gelbliche Flecke und dunkles Querband über dem Hals. Länge bis 180 cm. — Angola und Deutschsüdwestafrika.

33. **Naia goldii,** Guinea-Speischlange.

Oben schwarz, einfarbig oder mit schmalen, aus weißen Punkten bestehenden Querbinden. Kopfseiten und Schnauze weißlich, die Nähte der Schilder schwarz; Unterseite weiß, die Ventralia mit schwarzen Rändern, die nach hinten immer

breiter werden, bis hinten die Schilder ganz schwarz sind; Subcaudalia schwarz; oder Unterseite braun (N. guentheri). Länge über 2 m. — Oberer Niger, Sierra Leona, Kamerun.

34. **Naia tripudians** (N. naia), Brillenschlange, Cobra de Capello (Fig. 72, 73).

Dieses ist die bei weitem variabelste Art der Gattung; der schild- oder scheibenförmig ausbreitbare Hals trägt auf der Oberseite bei der typischen Form von Vorderindien und Ceylon eine helle brillen- oder kneiferartige Zeichnung, die aber selbst sehr verschieden sein kann; die Oberseite des Rumpfes ist einfarbig braun bis schwarz oder quergebändert, die Unterseite gelblich bis schwarzgrau, Halsunterseite mit hellen und dunklen Querbändern; Länge bis 190 cm. — Transkaspien, Vorderindien und Ceylon, nach Osten bis Südchina, die Philippinen und die großen Sundainseln. Diese Schlange wird allgemein als die gefährlichste Giftschlange von Indien angesehen, doch scheinen erwachsene Tiere nach neueren Beobachtungen (Wall, Mell) wenig beißlustig zu sein und nur auf wirkliche oder vermeintliche Angriffe zu reagieren.

35. **Naia bungarus (N. hannah),** Königshutschlange, Hamadryad.

Die größte aller bekannten Giftschlangen, bis 4½ m Länge erreichend, aber auch die allergefährlichste, die auch den Menschen ungereizt angreift und deren Biß unter Umständen bei Menschen innerhalb weniger Minuten den Tod herbeiführt (s. Kopstein). Oberseite gelbbraun oder olivenfarbig mit schwarzen Querbinden, die im Alter ganz verschwinden können, so daß diese Tiere dann entweder einfach olivenfarbig mit schwarzen Schild- oder Schuppenrändern oder dunkelbraun mit gelber Unterseite sein können. Die beiden großen Postparietalschilder charakterisieren die Art sofort. — Verbreitung von Indien und Burma bis Südchina einerseits, bis zur Malaiischen Halbinsel und dem Malaiischen Archipel andererseits. Fehlt auf Ceylon. Verzehrt nur Schlangen.

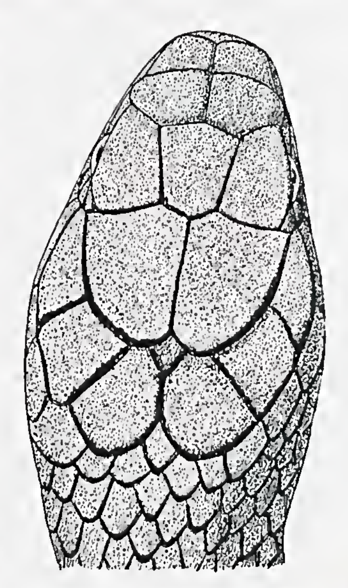


Fig. 42. Naia hannah (bundarus), Königsschlange, Hamadryad. Man beachte die großen Schilder am Hinterkopf als Hauptmerkmal dieser Art! (Nach De Rooy).

35a. **Elaps (Micrurus) fulvius,** Harlekinschlange, Korallenotter. Schuppen bei dieser und überhaupt allen Arten glatt, in 15 Reihen. Auge klein, mit vertikal elliptischer Pupille. Giftzähne mit schwacher Längsfurche, keine Zähne dahinter im Oberkiefer; nur wenige oder keine Zähne auf den Flügelbeinen, Grundfarbe rot; Schnauze schwarz; Parietalia gelb; dahinter der erste schwarze Ring; Körper schwarz und rot, oder schwarz, rot und gelb; Schwanz nur schwarz und gelb geringelt; selten die schwarzen Ringe in Flecken aufgelöst. Länge bis fast 1 m. — Verbreitung über die östlichen Vereinigten Staaten von Süd-virginien bis zum Rio Grande, Mexiko und Zentralamerika. — Äußerst variabel in der Zahl und Breite der Ringe. Die einzige wirklich gefährliche Art der Gattung wegen ihrer unberechenbaren und schnellen Bewegungen.

— **Elaps (Micrurus) corallinus,** Korallenschlange. Kopf mit Einschluß der Parietalia oben schwarz; Rumpf meist mit einfachen schwarzen Ringen auf rotem Grunde, selten diese in 8—9 Gruppen zu je 3 (E. dumerilii von Kolumbien und Ekuador). — Tropisches Südamerika und Trinidad (hier E. riisei, eine dem E. dumerilii ähnliche Form mit Dreiergruppen von schwarzen Ringen). Länge bis 80 cm. — In Brasilien sehr häufig.

— **Elaps (Micrurus) lemniscatus.** Kopf gelb mit schwarzer Schnauze und einem schwarzen Querband zwischen den Augen, manchmal die oberen Kopfschilder alle schwarz, mit gelben Nahtlinien; schwarze Ringe in 6—14 Dreiergruppen, die durch rote Zwischenräume getrennt sind; innerhalb jeder Dreiergruppe sind die Zwischenräume gelb; der mittlere Ring jeder Gruppe so breit oder breiter wie die seitlichen. 7 Oberlippenschilder (6 bei corallinus); wird über 1 m lang. — Verbreitung: Tropisches Südamerika, in Brasilien häufig.

Von den etwa 45 Arten der Gattung, die bodenbewohnende, sich meist von langgestreckten Reptilien (Eidechsen und Schlangen) sich ernährende Tiere sind, kennt man nur sehr wenige Bißfälle, da sie sich nicht durch Beißen zu verteidigen pflegen. Aus diesem Grunde ist die Erzeugung eines besonderen Anti-Elaps-Serum aufgelassen worden, obwohl das Gift wirksam genug wäre.

B. Hydrophiinae (Seeschlangen).

Bewohnen den Indischen und Stillen Ozean, entfernen sich aber nicht weit von der Küste. Nahrung meist Fische, auf die ihr Gift rasch wirkt. Ausnahmslos lebend gebärend. Ihre Gefährlichkeit wird neuerdings von Wall wegen ihrer sehr geringen Beißlust für unbedeutend betrachtet trotz der heftigen Giftwirkung.

36. **Platurus laticaudatus.**

Kein kleines unpaares Schild zwischen den Präfrontalen; Schuppen in 19 Reihen. Färbung olivenbraun oder grün, unten gelblich, mit 29—48 schwarzen Ringen. Länge fast 1 m. — Von der Bai von Bengalen bis zum westlichen Südpazifischen Ozean. — Geht auch ans Land.

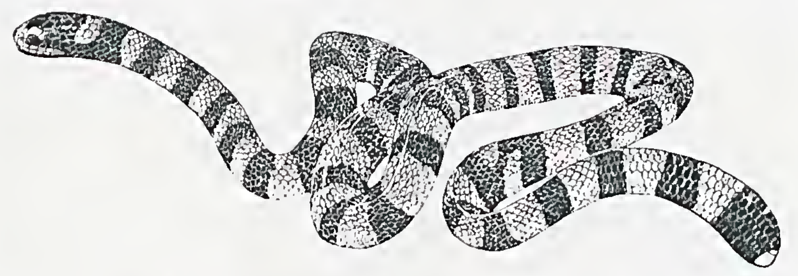


Fig. 43. Platurus colubrinus (nach De Rooy).

— **Platurus colubrinus.**

Ein kleines unpaares Schild zwischen den Präfrontalen. Schuppen in 21—25 Reihen. Färbung wie vorige, mit 28—54 schwarzen Ringen. Länge bis 120 cm. — Von der Bai von Bengalen bis zum Chinesischen Meer und zum westlichen Südpazifischen Ozean.

37. **Aipysurus laevis.**

Kopfschilder oft mehr oder weniger geteilt und unregelmäßig. Schuppen in 21—25 Reihen. Braun, einfarbig oder mit kleinen dunklen Flecken. Länge bis 172 cm. — Pazifik von Celebes bis zu den Loyalitätsinseln.

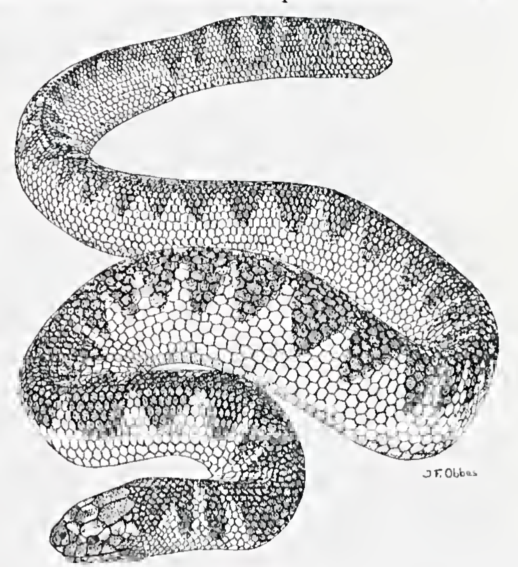


Fig. 44. Lapemis hardwickii, kurze Seeschlange (nach De Rooy).

38. **Enhydrina valakadyen.**

50—70 Schuppen rund um die Körpermitte, 40—60 um den Hals; junge Tiere olivenfarbig oder grau mit schwarzen Querbinden, die in der Mitte am breitesten sind und gegen die Seiten sich dreieckig zuspitzen; im Alter können diese Binden völlig

verschwinden; Unterseite und Seiten weißlich. Länge bis 130 cm. — Weit verbreitet und häufig, vom Persischen Golf durch die Küsten des Indischen und Stillen Ozeans bis Papuasien.

— **Enhydris (Lapemis) hardwickii.**

Parietalia groß; Schuppen sechseckig oder rechteckig, höckerig gekielt, die an die Ventralia angrenzenden Schuppen beim ♂ mit einem starken Stachelhöcker. Oberseite mit dunklen Querbinden, die in der Mitte am breitesten und oft auf der Unterseite zu Ringen geschlossen sind. Länge 75 cm. — Von der Bai von Bengalen bis zum Chinesischen Meer und der Küste von Neuguinea.

39. **Enhydris (Lapemis) curtus.**

Parietalia in kleine Schildchen zerspalten. Sonst wie vorige Art. Vordere Ventralia vorhanden, beim ♂ mit zwei Stachelhöckern; Querbinden bei alten Tieren ziemlich undeutlich. Länge wie vorige Art. — Küsten von Indien und Ceylon.

40. **Pelamydrus platurus (= Hydrus platurus = Pelamis bicolor).**

Schnauze lang; Körper ziemlich kurz, Schuppen sechs- oder rechteckig, Färbung schwarz und gelb, entweder die schwarze Oberseite des Rumpfes scharf gerade abgegrenzt von der gelben Unterseite oder es ist der Rumpf wie der Schwanz mit schwarzen Vertikalbinden und Flecken gezeichnet. Länge bis 70 cm. Verbreitetste aller Seeschlangen. — Von der Ostküste von Südafrika über den ganzen Indischen und Südpazifischen Ozean bis zur Westküste von Zentralamerika.

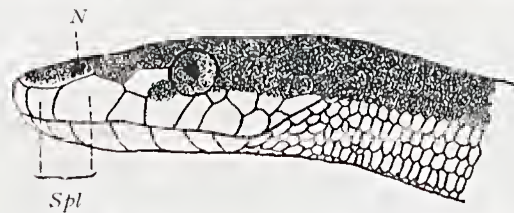


Fig. 45. Hydrus platurus (Pelamydrus platurus, Pelamis bicolor) verbreitetste aller Seeschlangen. Nasenloch (*N*) auf der Oberseite der Schnauze, im hinteren Teil des Nasalschildes; dieses an die vorderen zwei Supralabialia (*Spl*) anstoßend.

41. **Distira cyanocincta.**

Diese häufigste aller Arten der artenreichen Gattung Distira wird hier nur als Beispiel genannt, da die Artunterscheidung schwierig ist. Sie kommt vom Persischen Golf bis China, Japan und Papuasien vor und erreicht eine Länge von 150 cm.

C. Viperidae (Vipern, Ottern).

1. Viperinae, Ottern.

Meist gedrungen gebaute, kurzschwänzige Schlangen; Schuppen meist gekielt. Vorwiegend bodenbewohnend oder im Sande wühlend (Cerastes, Echis), seltener Baum- oder Gebüschbewohner (Atheris). Nahrung, meist kleine Nager oder Insektenfresser, Kleinvögel, seltener Eidechsen oder Froschlurche; nur ausnahmsweise Wirbellose (Echis). Meist ovovivipar, nur Echis und Atractaspis sicher eierlegend.

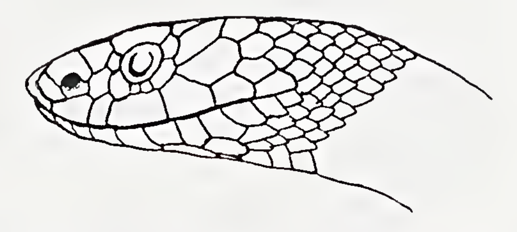


Fig. 46. Causus rhombeatus, Krötenotter. Kopf von der Seite (nach Werner).

1. **Causus rhombeatus,** Krötenotter.

Kopf oben mit großen symmetrischen, aneinanderstoßenden Schildern bedeckt; Pupille rund, Schuppen schief; Unterkieferzähne gut entwickelt. Giftdrüse langgestreckt, mit sehr langem Ausführungsgang. Färbung der Oberseite grau oder braun, meist mit einer Reihe großer dunkelbrauner Flecken; ein dunkler Winkelflecken, dessen Spitze nach vorn gerichtet ist, auf dem Hinterkopf, Oberlippenschilder meist dunkel gerändert; selten Oberseite fast einfarbig, Unterseite gelblich bis hellgrau. Länge bis 80 cm. — Im tropischen und südlichen Afrika weit verbreitet und häufig. Lebt vorwiegend von Fröschen und Kröten. Sehr ähnlich C. resimus mit etwas aufgestülpter Schnauze, im Ostsudan, in Ost- und Zentralafrika und Angola; im Sudan wegen der grünlichen Färbung der Oberseite als „green viper" bekannt; C. defilippii, mit ebenfalls aufgestülpter Schnauze in Zentral- und Ostafrika, sowie in Transvaal und der leicht kenntliche C. lichtensteini, die kleinste Art, mit nur 15 Schuppenreihen (die anderen Arten mit wenigstens 17 Reihen) und unpaaren Subkaudalschildern, in Westafrika (Goldküste, Kamerun, Kongo).

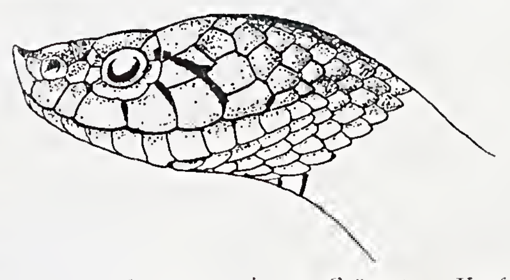
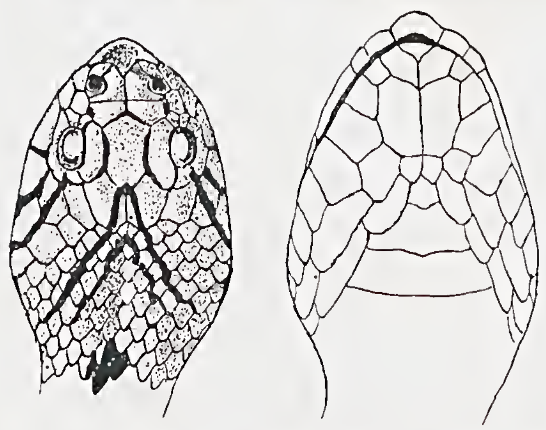


Fig. 47. Causus resimus, Grünotter. Kopf von der Seite (nach Werner).

2. **Atractaspis corpulenta,** Erdotter (und Verwandte).

Schwarze, in der Erde wühlende Schlangen, deren Kopf vom Hals nicht abgesetzt und oben mit großen Schildern be-



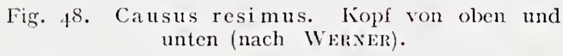


Fig. 48. Causus resimus. Kopf von oben und unten (nach WERNER).

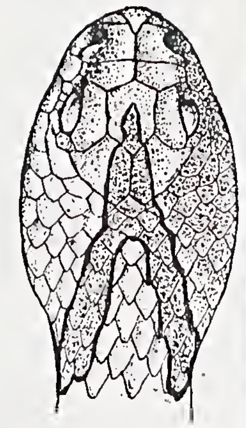


Fig. 49. Causus rhombeatus. Kopf von oben (nach WERNER).

deckt ist; das Auge stößt stets (zum Unterschiede von allen anderen Viperinen) an 1 oder 2 Oberlippenschilder an, ist klein, mit runder Pupille. Schwanz kurz mit paarigen oder unpaaren

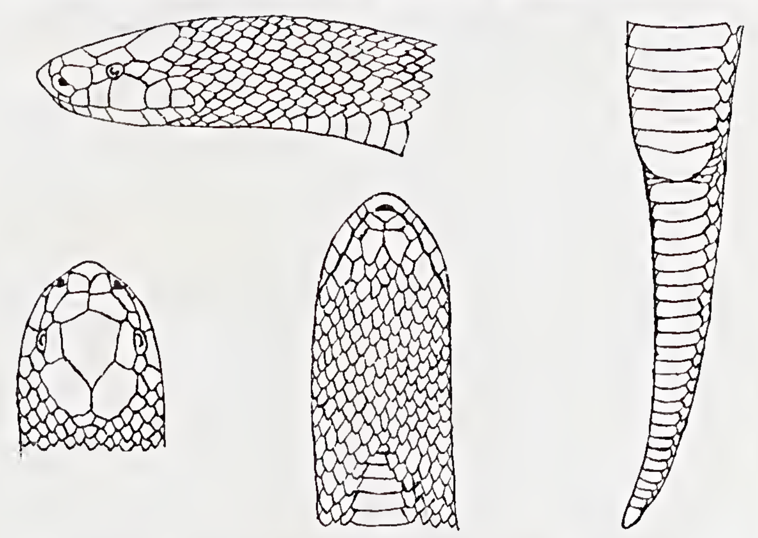


Fig. 50. Atractaspis microlepidota (nach WERNER).

Schildern. Färbung fast ausnahmslos einfarbig schwarz. Gaumen und Unterkiefer mit nur wenigen kleinen Zähnen, dagegen Ober-

kieferzähne außerordentlich lang, so daß es den Schlangen schwer fällt, den Rachen soweit zu öffnen, daß sich die Giftzähne aufrichten können. Trotzdem kennt man einige wenige Bißfälle, doch keinen mit tödlichem Ausgange. Länge nur selten über 1 m. — Von den zahlreichen Arten die meisten in Mittelafrika, wenige im Süden des Kontinentes, eine in Arabien. Die oben genannte Art ist namentlich in Westafrika zu Hause (ein Bißfall mit schweren Folgen wird von STERNFELD erwähnt), A. microlepidota (Fig. 50) namentlich im Ostsudan, A. rostrata in Südostafrika.

3. **Vipera ursinii,** Wiesenotter, Spitzkopfotter, Orsinische Viper. (Fig. 51.)

Kleine Schlange (♀ nicht über 50 cm, ♂ etwa 36—40 cm). Oberseite hellgrau oder hellbraun oder olivenfarbig, mit braunem, dunkel gesäumten und stets stumpfwinkeligen Zickzack-,

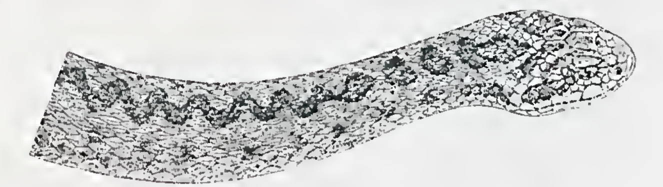


Fig. 51. Vipera ursinii, Wiesenotter (nach BOULENGER).

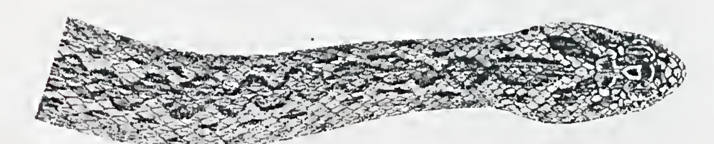


Fig. 52. Vipera renardi, Steppenotter (nach BOULENGER).

Wellen- oder Rautenband des Rückens. Seiten mit großen dunklen Flecken, nach hinten die Grundfarbe deutlich dunkel von der helleren des Rückens abgegrenzt. Dunkelbraune Exemplare selten, schwarze unbekannt. — Östliches Mitteleuropa (Südostniederösterreich, Ungarn), hier nur in der Ebene, auf Wiesen und Heiden; in Südeuropa (Department Basses Alpes, Frankreich, Abruzzen, Italien; Gebirge von Dalmatien, Bosnien, Herzegovina, Montenegro, Albanien, Mazedonien) gebirgsbewohnend, auf der Balkanhalbinsel (subsp. macrops) im kahlen Karst, hier nur von Heuschrecken lebend; in der Ebene aber von jungen Mäusen, Eidechsen, Springfröschen. Sehr selten bissig, Biß ohne schwere Folgen. Fortpflanzung im Juli bis September, wenige (3—5) Junge bei der Gebirgsform, 6—8 in der Ebene. Beide Geschlechter in der Färbung übereinstimmend. Schwanzspitze unterseits nicht oder nur wenig gelb.

4. **Vipera renardi,** Steppenotter (Fig. 52).

Der vorigen Art in der Färbung sehr ähnlich, wird aber größer (bis 57,5 cm), Oberlippenschilder dunkler gerändert oder gefleckt; Nahrung kleine Nager und Eidechsen. — Verbreitung Südostrußland (Krim, Steppen um Sarepta, Ziskaukasien), Beßarabien, Zentralasien von der Kirgisensteppe bis Semipalatinsk. Fortpflanzung im August (5—7 Junge).

5. **Vipera berus,** Kreuzotter (Fig. 53).

Durch die quer abgestutzte oder breit abgerundete, am Ende nicht aufgestülpte Schnauze von ihren Verwandten unterscheidbar; an das Rostralschild stoßen aber auf der Schnauze fast ausnahmslos zwei Apikalschildchen an. Das Auge wird von den Oberlippenschildern in der Regel durch eine, seltener zwei Reihen von Subokularschildchen getrennt. Auf der Oberseite der Schnauze liegen zahlreiche flache, eckige Schildchen; Frontale und Subocularia sind meist deutlich und voneinander und von den Parietalia durch kleine Schildchen getrennt. Schuppen stark gekielt, meist in 21 Reihen. Färbung beim ♂ hellgrau, graugrün, bläulichgrau oder sehr hellbraun, mit einem schwarzen Zickzackbande auf dem Rücken, das spitzige Seitenzacken besitzt und auf jeder Seite von einer Reihe dunkler runder Flecken begleitet ist. Kopf oben mehr oder weniger dunkel gezeichnet; ein winkelförmiger Fleck auf dem Hinterkopf, mit dem die Rückenbinde nicht im Zusammenhang steht; ein dunkles Längsband vom Auge zum Mundwinkel. Beim ♀ ist die Grundfarbe in der Regel braun oder olivengrün, das Zickzackband dunkelbraun, seltener schwarz, daher nicht so scharf wie beim ♂ vom Grunde sich abhebend; sonst wie das ♂. Unterseite heller oder dunkler grau. Einfarbig rotbraune Ottern werden als Kupferottern (Vipera chersea), einfarbig schwarze als Höllenottern (Vipera prester) bezeichnet. Länge in der Regel nicht über 75 cm, ♂ kleiner als ♀. — Verbreitung über einen großen Teil von Europa und Asien, Nordeuropa bis zum 67. Grad nördl. Br. (Quickjock in Lappmarken), Mitteleuropa von



Fig. 53. Vipera berus, Kreuzotter. Kopf von oben, vergr.

Großbritannien bis zum Ural; in Südeuropa in den Pyrenäen, Alpen, Balkan, geht bis 3000 m Meereshöhe. In Nordasien bis zum Amur und zur Insel Sachalin. (Otternfreie Gebiete Europas s. S. 32.) In der Ebene in Moorgegenden und lichten Wäldern; im Gebirge, speziell in den Alpen, an sonnigen Abhängen über der Baumgrenze, namentlich in der Region des Krummholzes und der Alpenrosen, am häufigsten zwischen 1000 und 1800 m. Bißfälle im Norden namentlich bei Feldarbeitern und Beerensuchern, im Gebirge bei Hirten und gleichfalls bei beerensuchenden Personen; tödlicher Ausgang des Bisses im allgemeinen selten, am ehesten bei Kindern. Nahrung besteht vorwiegend aus Mäusen, Bergeidechsen und Grasfröschen.

6. **Vipera kaznakowi,** Kaukasusotter.

Der Kreuzotter sehr ähnlich, durch die dick angeschwollenen Wangen, über denen sich eine Längsfurche befindet, sowie durch den Umstand, daß das Zickzackband des Rückens mit der dunklen Zeichnung des Hinterkopfes zusammenhängt, erkennbar. In Größe und Färbung (auch bei dieser Art gibt es eine ganz schwarze Form) und wohl auch Lebensweise mit der Kreuzotter übereinstimmend.

7. **Vipera aspis,** Viper (Fig. 54).

Von der Kreuzotter, der diese Art sehr nahe steht, durch die deutlich am Ende aufgestülpte Schnauze am sichersten zu unterscheiden. Das Frontale und die Parietalia sind sehr häufig in kleine Schildchen aufgelöst, so daß dann die ganze Oberseite des Kopfes mit Ausnahme der Supraokularschilde nur mit kleinen glatten Schildchen, am Hinterkopf mit gekielten Schuppen bedeckt ist. Zwischen dem Auge und den Oberlippenschildern in der Regel zwei Reihen von Subokularschildchen. Schuppen wie bei Vipera berus. Oberseite braun, grau- oder rotbraun oder grau, mit einem winkelförmigen Fleck auf dem Hinterkopf und einem dunklen Streifen vom Auge zum Mundwinkel und abwechselnd stehenden, schmalen dunklen Querbinden auf ihrem Rücken und Schwanz. Doch kommen auch Exemplare mit einem Zickzackband, wie bei der Kreuzotter, vor, ebenso wie andererseits Kreuzottern mit Querbinden (subsp. bosniensis) in Bosnien und Krain vorwiegen. Unterseite grau, die der Schwanzspitze gelb. Schwarze Exemplare sind sehr selten. Länge bis 75 cm, das ♂ erreicht bedeutendere Größe als das ♀. — Verbreitung von Mittel- und Südfrankreich (wo sie sehr häufig ist und zahlreiche Bißfälle verursacht), die Pyrenäenhalbinsel, die Nord-, West- und Südschweiz, Italien, Südtirol und Südwestdeutschland (Lothringen, Schwarzwald).

Angebliche Aspis von Kärnten und Krain sind fast sicher nichts anderes als Bastarde von Vipera berus und Vipera ammodytes. Die Viper lebt vorwiegend an sonnigen, steinigen, mit Buschwerk bedeckten Stellen, geht aber in den Alpen sehr hoch, über 3000 m hinauf. Nahrung vorwiegend aus kleinen Nagern bestehend. Paarung im April oder Mai, Geburt der Jungen, (4—18, meist nicht über 10) im August oder September.

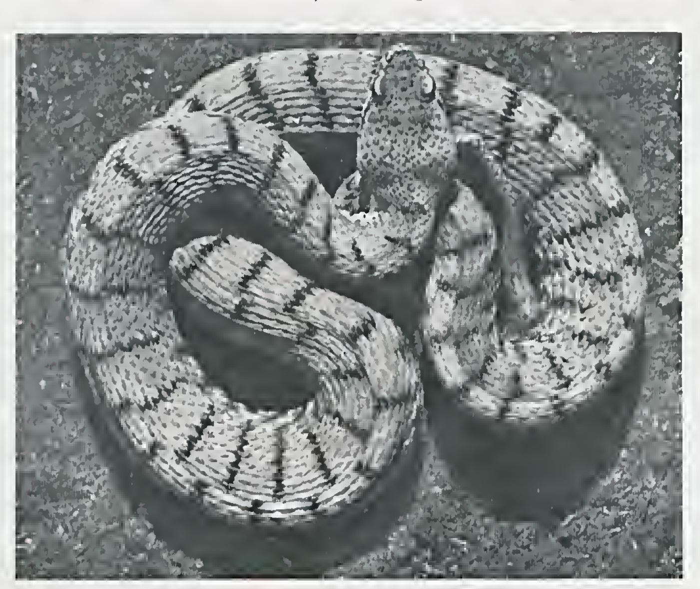


Fig. 54. Vipera aspis, von oben (nach STEINHEIL-L. MÜLLER).

8. **Vipera latastii,** Latasteviper.

Schnauze noch mehr als bei voriger Art aufgestülpt, ein kurzes, nicht bewegliches Horn bildend, das vorn nur vom Rostralschild gebildet wird. Auf der Oberseite des Kopfes sind außer den Supraocularia keine großen Schilder vorhanden, sondern nur vorn glatte, kleine Schildchen, hinten gekielte Schuppen. Oberseite grau mit einem braunen, dunkler gesäumten Zickzackband oder einer Reihe ebenso gefärbter, mit den Spitzen zusammenhängender Rhombenflecke, jederseits von diesem Rückenband eine Reihe dunkler Flecke; ein dunkles Schläfenband ist vorhanden. Unterseite grau, weiß und schwarz gefleckt; Schwanzspitze unterseits gelb. Länge bis 60 cm. — Diese Schlange hat keine sehr große Verbreitung; man kennt sie von Spanien und Portugal, sowie von der Küstenregion von Marokko und Algerien, wo sie aber selten ist. Wenn die Ansicht von E. CALABRESI richtig ist, daß Vipera hugyi mit dieser Art

identisch ist, so würde sie auch in Süditalien und Sizilien vorkommen. Die Lebensweise ist derjenigen von Vipera aspis ähnlich, die Nahrung besteht aus Mäusen und kleinen Vögeln, doch wurden auch Reste von Skorpionen und Tausendfüßern im Magen gefunden. Der Biß soll weniger gefährlich sein als der von Vipera aspis und Bißfälle mit tödlichem Ausgange sollen bei Menschen und Vieh selten sein.



Fig. 55. Vipera ammodytes (nach SORDELLI).

9. **Vipera ammodytes,** Sandotter, Sandviper, Hornviper (Fig. 55).

Diese Schlange trägt durchwegs Vulgärnamen, die entweder ganz unpassend für sie sind, wie der Name Sandotter, da sie auf Sandboden gar nie vorkommt, oder Namen, die zur Verwechslung mit anderen führen können, wie „Hornviper“ (in Kärnten), welcher Name einer nordafrikanischen Viper (Cerastes cornutus) zukommt oder gar „Nashornviper“, mit welchen Namen eine westafrikanische Giftschlange (Bitis nasicornis) bezeichnet zu werden pflegt. Sie ist eine der größten und gefährlichsten Giftschlangen Europas und wird fast 1 m lang, und zwar ist es wie bei Vipera aspis das ♂, welches das ♀ an Größe übertrifft. Nach Süden wird sie aber immer kleiner und erreicht auf dem Zykladenarchipel kaum 45 cm Länge. Oberseite hellgrau, hellbraun, ziegelrot, gelbbraun bis schwarzbraun, äußerst selten schwarz. Rücken mit einer dunkleren (braunen, grauen oder tiefschwarzen) Zickzack- oder Rautenbinde, seitlich davon eine Reihe dunkler Flecke. Kopf oben beim ♂ mit einer schwarzen, lyraförmigen Zeichnung auf dem

Hinterkopf, an den sich das Rückenband unmittelbar anschließt, ein dunkles Längsband vom Auge über den Mundwinkel zum Hals; schwarze Flecke auf den Ober- und Unterlippenschildern; Unterseite grau, mehr oder weniger weiß oder schwarz gefleckt; Schwanzspitze unterseits rot. Beim ♀ ist der lyraförmige Hinterhauptsfleck undeutlich oder fehlt ganz, die Rückenzeichnung ist undeutlich, niemals schwarz, sondern grau oder braun (alpine Form). Die griechischen Inselvipern sind durch mehr braune Grundfarbe, das braune, dunkel gesäumte Rückenband und das Fehlen besonderer Färbungsunterschiede der Geschlechter ausgezeichnet. — Weitverbreitet: Venetien, Südtirol, Südkärnten, Jugoslavien, Südungarn (Mehadia), ganze Balkanhalbinsel und die meisten größeren Inseln des adriatischen, jonischen und ägäischen Meeres; Transkaukasien, Kleinasien, Nordsyrien, auf der Balkanhalbinsel bis 2500 m. Im Norden ihres Verbreitungsgebietes an steinigen, trockenen, sonnigen, bebuschten Stellen, unter Steinhaufen an Feldrändern; im Süden auch im kahlen Karst. Gefährlichste Giftschlange Europas. Verzehrt kleine Nager und Vögel, auch Eidechsen. Junge im August (5—14). Im Charakter sind nördliche und südliche Tiere recht verschieden, erstere weit weniger lebhaft und zum Beißen geneigt als die der Balkanhalbinsel. Bastarde von dieser Art mit Vipera berus sind aus Kärnten und Krain bekannt.

10. **Vipera bornmülleri,** westasiatische Bergotter.

Kleine Art, kaum über ¾ m lang; grau mit dunklem Zickzack- oder Rautenband oder schmalen dunklen Querbinden. Hinterkopf mit einem Paar nach vorn konvergierender dunkler Streifen, davor ein Paar dunkle Punkte. — Konstantinopel (Spartakule), Kleinasien, Nordsyrien (Libanon) bis 2500 m.

11. **Vipera xanthina,** westasiatische Küstenotter.

Große Art (weit über meterlang); mit dunkelbraunem, dunkel gesäumtem Rückenband (Zickzack- oder Rautenbinde); eine winkelförmige Zeichnung (Spitze nach vorn) auf dem Hinterkopf. — Küstenregion von Kleinasien (Ephesus) und Syrien (Haifa).

12. **Vipera lebetina,** Levanteotter (Fig. 56).

Größte Art von den drei letztgenannten, wird in Westalgerien und Westmarokko bis 160 cm lang; Grundfärbung grau mit großen braunen Rückenflecken; bei erwachsenen Tieren ist der dunkle Schläfenstreifen, den fast alle Vipera-Arten besitzen, oft ziemlich undeutlich, ebenso auch der Winkelfleck auf dem Hinterkopf. Weitverbreitete Art: Gebirgsgegenden Nordwest-

afrikas (mit Einschluß des Saharischen Atlas) von Marokko bis



Fig. 56. Vipera lebetina (aus Blätter f. Aquarien- u. Terrarienkunde, Jhrg. 19, H. 10, S. 109).

Tripolitanien. Zykladeninsel Milos und benachbarte Inseln (Erimomilos, Kimolos, Polinos), südliches Palästina, Meso-

potamien, Armenien, Transkaukasien, Persien, Afghanistan, Nord-Beludschistan, Kaschmir. In Westasien gefürchtet, scheint sie wegen ihrer nächtlichen Lebensweise in Nordwestafrika nur ausnahmsweise gefährlich zu werden. Nahrung: kleine Säugetiere bis Kaninchengröße. Junge (bis ein Dutzend) im Mai oder Juni.

13. **Vipera russellii,** Kettenviper; Daboia, Tic-Polonga (Fig. 57). Eine der größten und gefährlichsten Arten der Viperinengruppe. Oberseite hellbraun, mit drei Reihen großer brauner,

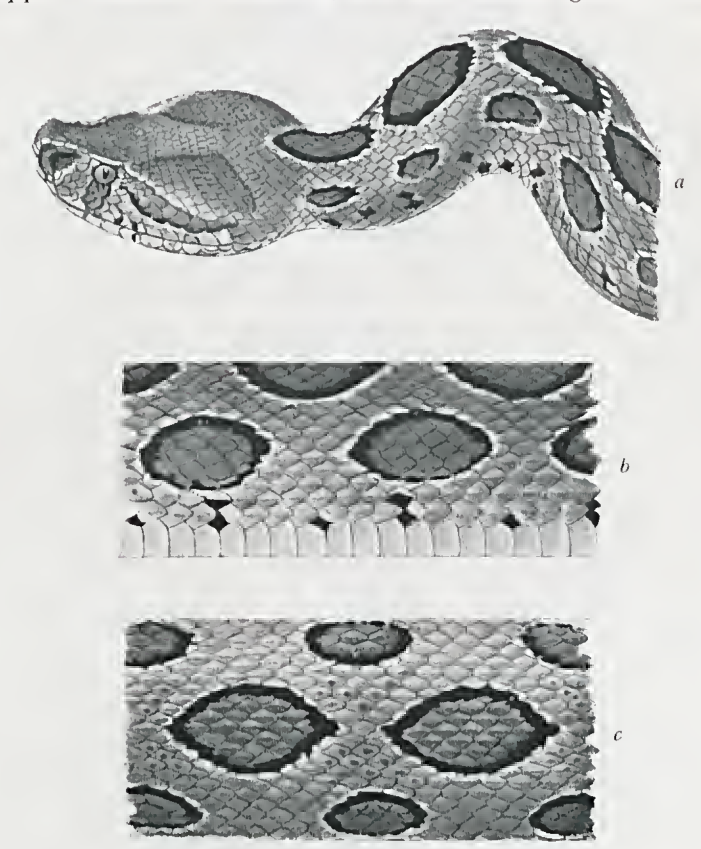


Fig. 57. Vipera russellii, Daboia, Tic-Polonga. *a* Kopf, *b* Rumpfstück von der Seite, *c* von oben (nach WALL).

schwarz und außen noch weiß geränderter elliptischer Flecke; Unterseite weißlich. Länge etwa 160 cm. — Verbreitung über Vorder- und Hinterindien, Südchina, die malaiische Halbinsel und wenige Inseln des Malaiischen Archipels. Fortpflanzung sehr ausgiebig; es sind über 60 Junge von einem ♀ geworfen

worden. Infolge ihrer Häufigkeit auch an bewohnten Orten, wo sie bis in die Wohnräume gelangt, die Größe ihrer Giftzähne und die starke Giftwirkung neben Echis carinatus wahrscheinlich diejenige indische Giftschlange, die die meisten Bißfälle mit tödlichem Ausgange verursacht, wahrscheinlich viel mehr als die Cobra.

14. **Bitis arietans,** Puffotter (Fig. 58).

Eine außerordentlich gedrungen gebaute Otter mit kurzem, breitem Kopf und schief nach aufwärts gerichteten Nasenlöchern, Schwanz sehr kurz. Die sehr charakteristische Zeichnung der Oberseite besteht aus gelblichen V-förmigen Winkelbinden, auf

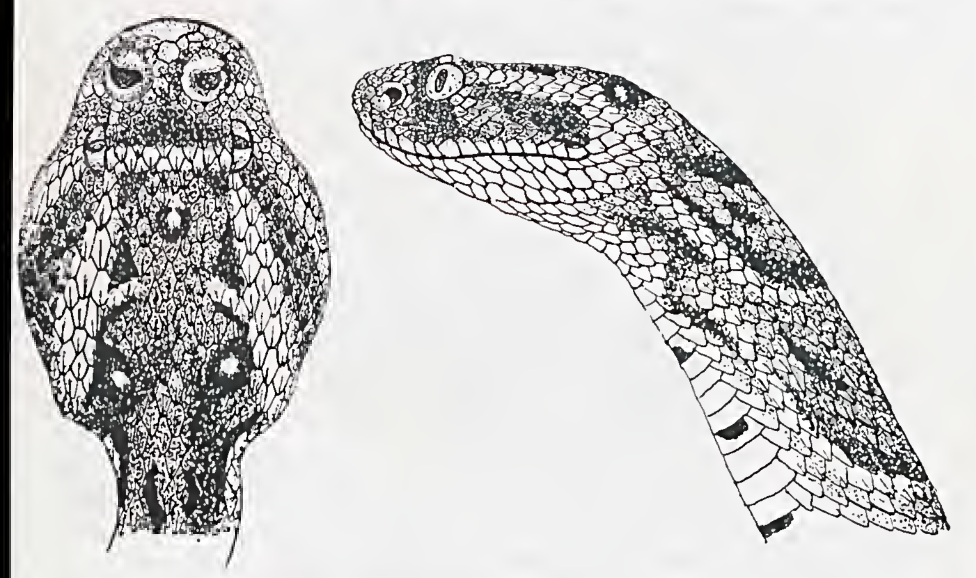


Fig. 58. Bitis arietans (nach WERNER).

schwarz-, rot- oder gelbbraunem Grunde, Unterseite weißlich. In ihren Bewegungen überaus träge und langsam, kriecht (wie auch die beiden folgenden Arten) oft ohne seitliche Windungen, nur durch Aufstemmen der Rippen auf den Boden. Ihre Gefährlichkeit beruht darauf, daß sie oft regungslos auf Wegen liegt und von darauftretenden, barfußgehenden Personen getreten wird; so wenig bösartig die Schlange sonst ist, in diesem Falle reagiert sie stets mit einem Biß, der in Anbetracht der sehr langen Giftzähne überaus gefährlich ist. Länge selten bis 150 cm. — Verbreitung über das ganze südliche und tropische Afrika mit Ausnahme des tropischen Regenwaldes (also mehr in der Savannenregion; Nordgrenze: Südmarokko (Sousgebiet), Sudan (Kordofan) Südarabien.

15. **Bitis gabonica,** Rhinozerosviper, Gabunviper.

Noch größer, dicker und plumper als vorige Art (über 160 cm); Oberseite auf hellgelb- oder rotbraunem Grunde mit sehr regelmäßigen symmetrischen Zeichnungen; Kopf mit dunklem Seitenband, ohne dreieckigen Fleck auf der Oberseite. Im ganzen tropischen Mittelafrika von Liberia, Kamerun, Gabun und Damaraland bis Deutsch- und Potugiesisch-Ostafrika. Sehr wenig beißlustig, so daß sie von den Eingeborenen mit großer Sorglosigkeit behandelt wird.

16. **Bitis nasicornis,** Nashornviper.

Kleiner als voriger (etwa 120 cm), Oberseite grau, mit dunklen symmetrischen Zeichnungen, die gelblich eingefaßt sind; Kopf mit einem dreieckigen schwarzen Fleck, dessen Spitze nach vorn gerichtet ist; Unterseite grau; von den Schnauzenhörnern ist auf jeder Seite wenigstens eines besonders lang. — Diese Art ist auf das tropische Westafrika beschränkt. Bißfälle sind von dieser wie von der vorigen Art trotz ihrer Häufigkeit und der Größe ihrer Giftwaffen, nur selten und. wie bei V. arietans zu erklären.

17. **Bitis caudalis,** südafrikanische Hornviper.

Diese kleine Art, eine echte Wüstenschlange mit sehr veränderlicher Grundfarbe (gelb-, rot- oder graubraun) und großen dunklen Rückenflecken ist über Südwest- und Südafrika verbreitet. Länge nicht über 35 cm.

18. **Bitis cornuta,** Helmbuschviper.

Größer als vorige Art (bis 50 cm), durch die zahlreicheren Hornschuppen über jedem Auge von der vorigen zu unterscheiden; grau-, rot- oder gelbbraun, mit dunkelbraunen, in drei oder vier Längsreihen stehenden, oft weiß gesäumten Flecken. — Verbreitung wie vorige; in dürren, wüstenartigen Landstrichen.

19. **Bitis atropos,** Atroposviper.

Länge bis 35 cm; graubraun mit dunkelbraunen, schwarz und außen noch weiß gesäumten großen halbrunden Flecken in vier Reihen (durch Halbierung von zwei Reihen von kreisrunden Flecken entstanden). — Kapkolonie.

20. **Bitis peringueyi,** Wüstenotter.

Hell sandfarbig, mit drei Reihen dunklerer Flecke; Länge nicht über 25 cm. — Südwestafrika.

Die vier letztgenannten und noch zwei andere südafrikanische Vipern der Gattung Bitis dürften wegen der Öde und Menschenarmut der von ihnen bewohnten Gebiete wohl nur selten gefährlich und von den Eingeborenen mit ihrem scharfen Blick trotz ihrer hochgradigen Anpassungsfärbung wenigstens bei Tage

rechtzeitig bemerkt werden. Als Landplage dürfte keine der süd- und mittelafrikanischen Viperiden in Betracht kommen, wenn man von B. arietans absieht.

21. **Cerastes cornutus,** Hornviper (Fig. 59).

Färbung hellsandgelb mit einer Reihe großer brauner Flecke auf dem Rücken und kleineren, undeutlichen auf jeder Seite; Schwanzspitze niemals schwarz; Unterseite rein weiß. Über jedem Auge eine spitze, hornartige Schuppe, die in manchen Gegenden gänzlich fehlen kann (Westalgerien, Nubien, Sinaihalbinsel). Länge bis 75 cm. — In nicht gänzlich vegetationslosen Teilen der Sand-, Stein- und Lehmwüste von ganz Nordafrika, Sinaihalbinsel, Palästina, Arabien. Nahrung kleine Nager. Biß von den Eingeborenen sehr gefürchtet.



Fig. 59. Cerastes cornutus. Kopf von der Seite (nach WERNER).

22. **Cerastes vipera,** Avicennaviper.

Kopf flacher, stets ohne Augenbrauenhörner, Färbung hellsandgelb, Flecke des Rückens und der Seiten ziemlich gleich groß; Schwanz oft schwarz geringelt und dann Schwanzspitze auch schwarz; Länge niemals über 35 cm. — In den Sandwüsten Nordafrikas stellenweise viel häufiger als vorige, niemals in ganz vegetationsfreien Gebieten. Diese kleine Viper ist viel weniger bissig als vorige; sie verzehrt meist Eidechsen und ist eierlegend.

23. **Echis carinatus,** Efa, Ghariba, Sandrasselotter, Saw-scaled-viper (Fig. 60).

Eine kleine, nicht über 75 cm lange Viper, die durch die ungeteilten Subkaudalschilder von den Cerastes-Arten, mit denen sie durch die schiefen Seitenschuppen mit gesägten Kielen übereinstimmt, sich unterscheidet. Oberseite meist braun mit weißlichen oder gelblichen Zeichnungen; ein spieß- oder kreuzförmiger heller Fleck auf dem Hinterkopf; Rücken mit einer Reihe heller Flecke; Seiten mit ähnlichen Flecken oder einer helleren Wellenlinie. Unterseite weiß, dunkel punktiert. Diese kleine Viper ist in den Wüstengebieten von Nordafrika und Westasien weitverbreitet, doch nicht überall; häufig in Ägypten und in Nordsudan bis Kordofan, im Somali-

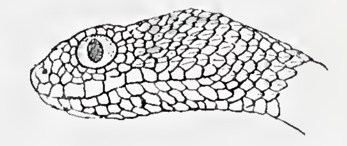


Fig. 60. Echis carinatus. Kopf von der Seite (nach WERNER).

land, Arabien bis Persien und Vorderindien, außerdem in Nigerien, Transkaspien. Eierlegend. Nahrung außer kleinen Nagern Skolopender und Skorpione. In den von ihr zahlreicher bewohnten Gegenden, speziell in Indien ist diese kleine, sehr bissige und angriffslustige Viper, eine der schlimmsten Landplagen unter allen Giftschlangen, da sie auch noch infolge ihrer geringen Größe leicht unbemerkt in menschliche Wohnungen eindringen kann; zahlreiche tödliche Verwundungen fallen ihr zur Last.

24. **Echis coloratus,** arabische Sandrasselotter.

Keine kreuzförmige Zeichnung oben auf dem Kopf; in Größe und Färbung sonst mit voriger übereinstimmend. — Beide Küsten des Roten Meeres, Palästina, Sokotra.

25. **Atheris squamiger,** Baumviper.

Mit sehr breitem, sehr deutlich von dem schlanken Halse abgesetzten Kopf, großen, stark gekielten Schuppen und einrollbarem Wickelschwanz. Grün mit gelber Zeichnung. Länge wenig über 50 cm. — Auf Gebüsch und hohem Gras in Westafrika. Bißfälle sind mir nicht bekannt geworden. Von den verwandten, aber selteneren Arten ist A. ceratophorus durch mehrere hornartig aufgerichtete Schuppen über jedem Auge erkennbar; Ostafrika, Togo.

D. Crotalinae (Loch- oder Grubenottern).

Fast ausnahmslos (Lachesis) lebendgebärend; verzehren meist kleinere Nager, selten Fische oder Frösche (Ancistrodon piscivorus) oder Vögel.

Die folgenden Arten der Gattung Ancistrodon sind bodenbewohnend, daher fast niemals grün gefärbt. Oberseite des Kopfes mit großen Schildern bedeckt, von denen wenigstens Supraocularia, Frontalia und Parietalia aneinanderstoßen.

26. **Ancistrodon contortrix** (mokasen), Copperhead (Kupferkopf). (Fig. 61.)

Färbung der Oberseite meist rotbraun, mit breiten dunkelrotbraunen, sanduhrförmigen Querbinden oder abwechselnd stehenden Dreiecken; ein dunkles Band vom Auge zum Mundwinkel oft vorhanden, Unterseite gelblich oder rötlich, grau oder braun gefleckt. Länge bis 1 m. — Östliche Vereinigte Staaten von Massachusetts bis Nord-Florida und westlich bis Illinois, Arkansas und Texas.

27. **Ancistrodon piscivorus,** Wasser-Mokassin, Cotton-mouth (Baumwollmaul, wegen des weiß gefärbten Rachens).

Färbung ähnlich voriger, oft dunkler bis schwärzlich; dunkles Schläfenband gelblich gesäumt; Unterseite hellgelb, schwärz-

lich gefleckt oder umgekehrt. Länge bis 120 cm.— Verbreitung von Westvirginien bis Florida und zu den Golfstaaten. Eine Wasserschlange, die in Sümpfen, Reisfeldern von Fröschen und Fischen, sowie kleinen Nagern lebt und namentlich den in den Reisfeldern arbeitenden Negern oft gefährlich wird.

28. **Ancistodron halys,** Halysschlange.

Schnauze nicht in einem beschuppten Anhang ausgezogen; etwas aufgestülpt; mit vier großen Schildern bedeckt; Schuppen in 23 Reihen; Färbung gelblich, rötlich, hellgrau oder hellbraun mit dunklen Flecken oder Querbinden; ein dunkler Fleck auf



Fig. 61. Ancistrodon contortrix. Kupferkopf (nach STEJNEGER).

der Schnauze und ein Paar solcher auf dem Vorderkopf; ein dunkler, licht gesäumter Schläfenstreifen; am Hinterkopf jederseits ein Paar dunkler schiefer Streifen; Unterseite und Lippen dunkel gefleckt. Länge bis 50 cm. — Südrußland, am Ufer des Kaspi-Sees; von hier über die Steppen Mittelasiens bis zum oberen Jenisei. Diese kleine Schlange scheint in Mittelasien stellenweise sehr häufig zu sein.

29. **Ancistrodon blomhoffi,** Mamuschi (Fig. 62).

Dieses ist die östliche Vertreterin der Halysschlange und von ihr durch die nicht aufgestülpte Schnauze verschieden; Färbung ähnlich voriger; mit dunklen Querbinden oder großen, dunkel geränderten, paarweise oder abwechselnd stehenden Flecken. — Zentralasien, Ostsibirien, Mongolei, China, Siam,

Japan. Länge bis 75 cm. In Japan die einzige gefährlichere Giftschlange.

30. **Ancistrodon acutus,** chinesische Nasenotter.

Durch den spitzen Schnauzenfortsatz, der nach vorn gerichtet, oben von den Internasalschildern, unten von einem



Fig. 62. Ancistrodon blomhoffii, Mamuschi-Schlange. *1* ganzes Tier verkl. *2* Kopf von der Seite (nach STEJNEGER).

über dem Rostrale gelegenen kleinen Schild bedeckt ist, erkennbar. Schuppen stark höckerig gekielt, in 21 Reihen, vordere Suprakaudalschilder unpaar. Oberseite rotbraun mit ×-förmigen und dazwischen V-förmigen schwarzbraunen Zeichnungen; Kopf oben braun, seitlich gelblich mit dunkler Schläfenbinde;

Unterseite gelblich, dunkelbraun gefleckt. Länge bis 150 cm. — Südchina. Diese Riesenviper soll nach BOULENGER nicht bissig sein und von den Chinesen unbedenklich in die Hand genommen werden. Dieser Angabe (nach LATOUCHE) wird allerdings von anderer Seite widersprochen.

31. **Ancistrodon himalayanus,** Himalayaviper.

Graubraun, mit dunkleren Querbinden oder Flecken; ein dunkles Schläfenband; Kopf mit symmetrischen dunklen Zeichnungen; Unterseite dunkelbraun, oft schwarz und weiß gefleckt. Länge bis 60 cm. — Im Himalaya bis über 3000 m. Bißfälle häufig, doch anscheinend selten gefährlich. Durch die mit den hinteren Oberlippenschildern verschmolzenen Schläfenschilder, die ein wenig aufgestülpte Schnauze und 21 Schuppenreihen erkennbar.

32. **Ancistrodon rhodostoma,** Javaviper.

Diese schöne Giftschlange ist von allen Gattungsverwandten durch die nicht gekielten, in 21 Reihen stehenden Schuppen verschieden. Grundfarbe der Oberseite ist hellrotbraun oder hellgraubraun, mit großen, winkeligen dunkelbraunen, schwarz gesäumten Flecken, die paarig angeordnet oder abwechselnd stehen; eine dunkle Längslinie in der Rückenmitte, ein breites, dunkelbraunes Band vom Auge zum Mundwinkel, dunkel gerändert, unten wellig; oben hell gerändert; Lippen und Unterseite gelblich, meist dunkel punktiert. Länge über 80 cm. — Namentlich in Java, hier sehr gefürchtet; aber auch auf Sumatra und in Siam.

33. **Ancistrodon hypnale,** indische Nashornotter.

Schnauze ziemlich stark aufgeworfen, mit kleinen Schuppen bedeckt; Schuppen in nur 17 Reihen, mehr oder weniger deutlich gekielt. Färbung sehr verschieden, gelblich, braun, grau, einfarbig oder dunkel gefleckt oder quergebändert, Kopfseiten dunkelbraun, nach oben durch eine helle Linie abgegrenzt; Unterseite mehr oder weniger dicht braun bestäubt. — Diese kleine Otter bewohnt Ceylon und die West-Ghats von Indien bis Bombay. Die Giftwirkung ist nach WALL gering und für den Menschen nicht tödlich.

34. **Lachesis muta,** Buschmeister, stumme Klapperschlange (Fig. 63).

Die größte Viperide, die Länge von 3 m erreichend, Schuppen in 35—37 Reihen, die Kiele stark höckerig; Kopf oben mit sehr kleinkörnigen Schuppen bedeckt, Oberseite hellgelbbraun, mit großen schwarzbraunen, rhombischen Flecken. — Verbreitung vom südlichen Zentralamerika bis Brasilien, Peru und Bolivien. Eierlegend. Die größte und gefährlichste Giftschlange Amerikas;

ihr Biß ist wegen der sehr langen Giftzähne meist tödlich; nur wegen ihrer nächtlichen Lebensweise und ihres auf die Urwälder beschränkten Vorkommens ist die Zahl der Bißfälle von seiten dieser Schlange gering im Verhältnis zu den überall im offenen Gelände der Kulturzone und auch bei Tage sich zeigenden Bothrops-Arten desselben Gebietes.

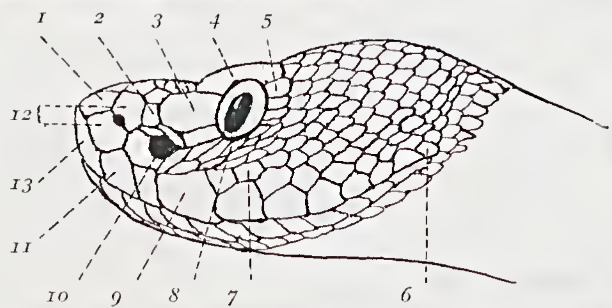


Fig. 63. Lachesis muta, Buschmeister. Kopf von der Seite. Kopfschilder: *1* Internasale, *2* Loreale, *3* Präokulare, *4* Supraokulare, *5* oberstes Postokulare, *6* letztes (10.) Supralabiale, *7*, *8* Subocularia, *9* drittes Supralabiale, *10* Lorealgrube, *11* erstes Supralabiale, *12* Nasale (senkrecht geteilt), *13* Rostrale.

Die Gattung **Bothrops** umfaßt nur mittel- und südamerikanische Arten mit stets deutlichen Subkaudalschildern, mit großem Supraokularschild und mit den Hinterrändern die Basis der folgenden deckenden (geschindelten) Kopfschuppen. Es sind etwa drei Dutzend Arten bekannt; von ihnen gehören einige zu den gefährlichsten Giftschlangen der Erde. Alle bringen lebende Junge zur Welt; sie leben vorwiegend von kleinen Nagetieren oder Vögeln; die größere Zahl sind bodenbewohnende Arten; wenige, schön grün gefärbte Arten leben auf Bäumen (B. bilineatus, schlegelii u. a.), diese sind im allgemeinen nicht sehr bissig und kommen auch wegen ihrer Lebensweise mit den Menschen und den Haustieren wenig in Berührung.

35. **Bothrops bilineata.**

Grün, einfarbig oder schwarz gefleckt; eine gelbe Linie jederseits auf der äußersten Schuppenreihe; Bauch weiß, Schwanzspitze rötlich. Länge bis 84 cm. — Brasilien, Peru, Bolivien, Ekuador.

36. **Bothrops schlegelii.**

Grün, olivenfarbig oder fast gelb, mit rötlichen dunkel gesäumten Flecken oder Querbinden, jederseits nahe dem Bauchrand häufig eine Reihe gelber Flecke; Unterseite gelb, grün, mit gelb, schwarz, rot oder olivenfarben gefleckt; Schwanzspitze meist rot. Länge bis 60 cm. — Zentralamerika, Kolumbien, Ekuador.

37. **Bothrops nummifer.**

Hellbraun, mit einer Reihe großer, dunkelbrauner, schwarz geränderter rhombischer Rückenflecke, die zu einem Zickzackband zusammenfließen können; kleinere Flecke oder vertikale Streifen an jeder Seite; ein dunkler Schläfenstrich; Unterseite weißlich. Länge bis 80 cm. — Mexiko und Zentralamerika.

38. **Bothrops brachystoma.**

Diese und die beiden nahe verwandten Arten B. lansbergi und B. ophryomegas stimmen durch die aufgestülpte Schnauze überein. Färbung hellgelbbraun oder hellgrau mit großen, dunkelbraunen, schwarz geränderten Rückenflecken und mit einer hellen Rückenmittellinie. — Südmexiko und Zentralamerika. Länge bis 50 cm.

39. **Bothrops alternatus,** Urutú, Cruzeiro.

Diese schöne Giftschlange gehört zu den größten Bothrops-Arten, da sie bis 140 cm lang wird und dabei eine unverhältnismäßige Dicke erreicht. Die Färbung und Zeichnung der Oberseite ist sehr charakteristisch; auf hellgrauen oder hellbraunem Grunde stehen paarige oder abwechselnd angeordnete große schwarzbraune C-förmige Flecke mit schwarzen, außen noch weiß gesäumten Rändern; sie folgen dicht aufeinander, so daß die Zwischenräume der Grundfarbe sehr schmal sind; Kopf oben mit λ-förmiger dunkler Zeichnung, der Querbalken zwischen den Augen; eine helle Linie über die Schnauzenkante und vom Auge zum Mundwinkel; Kehle mit braunen Längsstreifen; Schwanz unten weiß mit zwei dunklen Längslinien. In Südbrasilien, Argentinien, Paraguay und Uruguay. Giftwirkung sehr schwer, die Schwächung der gebissenen Personen, auch wenn sie gerettet werden konnten, langdauernd.



Fig. 64. Bothrops alternatus. Kopf von oben.

40. **Bothrops neuwiedii,** Jararaca do rabo branco (weißschwänzige Schararaka).

Hellgelbbraun, mit dunkelbraunen, schwarz gesäumten Flecken, die auf dem Rücken in einer Reihe oder in zwei ab-

wechselnd stehenden Reihen; eine Reihe kleiner Flecke an jeder Seite; ein dunkler Fleck auf der Schnauze; ein dunkles Schläfenband; ein Paar nach vorn konvergierender dunkler Streifen auf dem Hinterkopf; alle Zeichnungen mit hellem Rand; Unterseite gelblich. Länge gegen 80 cm. — Verbreitung: Brasilien (namentlich im Süden), Paraguay, Argentinien, Bolivien. Obwohl diese Schlange ein sehr wirksames Gift besitzt, so sind doch die bekannten Bißfälle nicht sehr zahlreich, da sie, wenn auch weitverbreitet, so doch nirgends häufig und die von ihr bei einem Biß abgegebene Giftmenge gering ist.

41. **Bothrops itapatiningae,** „Cotiarinha, Boipeva, furta côr" (die farbenwechselnde); Feldschararaka.

Rötlich gelbbraun mit dunkelbraunen Flecken in 3—4 Längsreihen; Unterlippe ganz weiß, ebenso die Seiten der Ventralia; Schuppen in 27 Reihen. Länge wie vorige. Lebt auf Feldern von Feldmäusen. — Vorkommen: Brasilien. Bißfälle selten. Nur aus Brasilien bekannt.

42. **Bothrops cotiara,** „Cotiara".

Grau oder olivengrün, mit zwei Reihen kastanienbrauner, dreieckiger Flecke mit schwarzen Rändern, die entweder in Paaren oder abwechselnd stehen; unter jedem Dreiecksfleck stehen zwei kleinere Flecke hintereinander; ein dunkles Schläfenband; Oberseite des Kopfes mit zwei auf der Schnauze miteinander verbundenen Längsbändern, die, wie die Schläfenbinde, dunkel gerändert sind; Unterseite schwarz, die Ventralia mit hellen Säumen. Diese Schlange erreicht etwa Meterlänge und ist aus dem Staat Paranà in Brasilien bekannt.

43. **Bothrops ammodytoides.**

Die am weitesten nach Süden (bis Nordostpatagonien) vordringende Giftschlange Südamerikas, an der aufgestülpten und in eine kurze Warze auslaufende Schnauze erkennbar. Oberseite auf hellbraunem Grunde mit großen dunkelbraunen viereckigen Flecken mit schwarzem Rande, die ein Zickzackband bilden können; ein dunkles Schläfenband vorhanden; Unterseite gelblich, braun gefleckt. Länge kaum 50 cm. — Außer in Patagonien auch in Argentinien.

44. **Bothrops atrox,** Lanzenschlange; „Echis" und „Barba amarilla" in Spanisch-Amerika; „Fer de Lance" auf Martinique; „Barcin" auf Trinidad; „Caissaca" in Brasilien.

Weitverbreitete und sehr gefährliche Giftschlange, von Mexiko bis Brasilien, sowie auf Martinique und Santa Lucia auf den kleinen Antillen, sowie auf Trinidad und Tobago; fehlt auf den großen Antillen und in Holländisch-Westindien. An

waldigen und felsigen Orten, besonders in feuchten Lokalitäten. Lebt von kleinen Nagern und wird fast 2 m lang. Färbung oben braun mit dreieckigen oder viereckigen schwarzbraunen Flecken mit hellen Säumen; die Flecken liegen einander entweder paarweise gegenüber oder stehen abwechselnd; am Bauchrande liegen



Fig. 65. Bothrops atrox, Lanzenschlange (nach AMARAL).

unter jedem großen Fleck zwei kleine hintereinander. Kopf oben sehr dunkel, ein dunkles Schläfenband vorhanden; ein dunkler, hell geränderter Streifen jederseits am Nacken; Bauch gelblich, dunkel gefleckt oder einfarbig. Bemerkenswert ist, daß bei erwachsenen Tieren der Kiel der Rückenschuppen nicht die Schuppenspitze erreicht und in der Mitte höckerig verdickt ist.

Dieses ist die überaus gefürchtete „Fer de Lance" von Martinique, die bei den barfußgehenden Arbeitern der Zuckerrohrplantagen so zahlreiche Todesfälle verschuldet. Ob die Einführung des Mungos hierin eine Besserung bewirkt hat, ist mir nicht bekannt.

45. **Bothrops jararaca,** Jararaca (Brasilien), Yaará (Argentinien).



Fig. 66. Bothrops jararaca (nach Amaral).

Nach Amaral, der über 4000 Exemplare untersuchen konnte, die häufigste aller Viperiden der Erde; Länge bis 160 cm. — Verbreitung: Südbrasilien bis zum 10.° nördl. Br., Nordargentinien, Nordostparaguay. Lebt an offenen Plätzen, besonders auf Heuwiesen; Nahrung kleine Nagetiere. Schuppen bei erwachsenen Tieren mit langen, bis an die Spitze reichenden, nicht verdicktem Kiel. Färbung oben olivenbraun, vorn mit

dreieckigen braunen, hell geränderten Flecken, die einander gegenüber oder abwechselnd stehen; nach hinten werden die Flecke kleiner, unregelmäßig angeordnet; Kopf oben dunkelbraun, diese Färbung von einem dunklen Schläfenband durch einen hellen Streifen getrennt; Unterseite hellgelb, mit dunkleren Flecken oder Bestäubung. Doch variiert diese Art außerordentlich in der Färbung, so daß diese für die Erkennung nicht von Bedeutung ist.



Fig. 67. Bothrops jararacussu, Jararacussu (nach AMARAL).

46. **Bothrops jararacussu,** Jararacussu.

Oberseite dunkelgelb mit winkeligen schwarzen Zeichnungen; immer ein Paar mit der Spitze gegen die Rückenmitte gekehrte dreieckige seitliche große Flecke abwechselnd mit einem rhombischen Rückenfleck; Kopf oben schwarz, diese Färbung von der dunklen Schläfenbinde durch ein gelbes Band getrennt. Schuppen erwachsener Tiere mit stark verdickten, höckerig erhabenem Kiel. Lebt amphibisch, an Flüssen, Seen oder Sümpfen und verzehrt ausschließlich Froschlurche. Länge bis 150 cm.

47. **Trimeresurus flavoviridis** (= riukiuanus), Habu-Schlange.
Das altweltliche Seitenstück zu Bothrops atrox, auf den Liu-Kiu-Inseln eine Landplage, durch die ganze Dörfer entvölkert oder deren Bewohner zum Verlassen ihrer Wohnsitze gezwungen wurden. Diese Schlange erreicht eine Länge von 150 cm und ist oberseits hellbraun oder grünlichgelb, mit einer Reihe von dunklen Ringen oder Rautenflecken, die innen von der hellen Grundfarbe sind; Kopf oben mit symmetrischen dunklen und schief nach hinten und außen gerichteten Streifen, ebenso ein dunkler Streifen vom Auge zum Mundwinkel. Unterseite gelblich oder grünlichweiß.

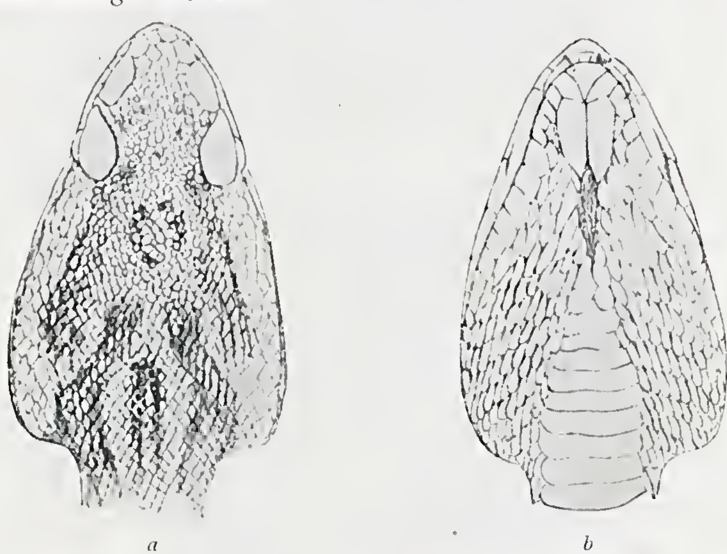


Fig. 68. Trimeresurus flavoviridis, Habu-Schlange. *a* Kopf von oben, *b* von unten (nach STEJNEGER).

48. **Trimeresurus monticola.**
Hellbraun oder hellgrau, mit einer oder zwei Reihen großer dunkelbrauner viereckiger Flecke, Kopf oben dunkelbraun, mit einem dunklen Schläfenband jederseits. Unterseite weißlich. Schnauze sehr kurz, Auge klein. — Tibet, Himalaya bis 2700 m, Berge von Assam, Burma und der Malaiischen Halbinsel; Sumatra, Südchina. Länge bis 75 cm.

49. **Trimeresurus strigatus.**
Braun, mit dunklen Rückenflecken, die oft ein Zickzackband bilden; eine ∩-förmige helle Zeichnung auf dem Hinterkopf; ein dunkles Schläfenband; Unterseite weißlich; Schwanzspitze gelb oder rot. Länge bis 50 cm. — Vorderindien, von Bombay bis zu den Anamallay- und Nilgherry-Bergen.

50. **Trimeresurus jerdoni.**

Gelbgrün bis hellolivengrün; Rücken schwarz gefleckt oder mit großen rotbraunen, schwarz eingefaßten, queren rautenförmigen Flecken; Kopf oben schwarz, mit gelben symmetrischen Zeichnungen; Oberlippe gelb, mit schwarzen Flecken wenigstens auf dem 2. Supralabiala; Unterseite gelb, schwarz gefleckt. — Assam, Tibet, Südchina bis 2700 m. Länge bis zu einem Meter.

51. **Trimeresurus mucrosquametus.**

Graubraun, oben mit einer Reihe großer schwarzbrauner Flecke, jederseits davon eine Reihe kleinerer Flecke; ein dunkler Schläfenstreifen vorhanden; Unterseite bräunlich, weiß gefleckt. Länge über 1 m. — Südchina, Formosa, anscheinend häufig.

52. **Trimeresurus purpureomaculatus.**

Oben dunkel purpurbraun, einfarbig oder blaugrün gefleckt; Seiten hellgrün oder zum wenigstens so gefleckt; Unterseite blaßgrün, manchmal schwarz gefleckt, mitunter einfarbig grün. Länge bis gegen 1 m. — Verbreitung über den Himalaya, Bengalen, Assam, Burma, die Malaiische Halbinsel, die Andamanen und Nikobaren, Sumatra.

53. **Trimeresurus gramineus,** Bambusotter.

Oberseite meist schön grün, mitunter mit undeutlichen schwarzen Querbinden; eine weiße oder gelbe Linie jederseits auf der äußersten Schuppenreihe; Schwanzende gelb oder rot; Unterseite grün, gelb oder weiß. — In ganz Südostasien mit Einschluß der Inseln verbreitet und stellenweise häufig; scheint nicht sehr gefährlich zu sein. Länge bis 87 cm, meist viel kleiner.

54. **Trimeresurus sumatranus.**

Ähnlich voriger Art, aber alle Schuppen schwarz gerändert; Länge über 1 m. — Singapore, Sumatra, Nias, Borneo und Palawan.

55. **Trimeresurus anamallensis.**

Oberseite grün, gelb, olivenfarbig oder hellrötlichbraun, mit schwarzen oder rotbraunen Flecken; ein dunkles Schläfenband und eine Reihe gelber Flecke an jeder Bauchseite; Unterseite grün, gelb, olivengrün oder blaßbraun, gelb gefleckt; Schwanz schwarz mit gelb. — Südindien. Länge etwa 75 cm.

56. **Trimeresurus trigonocephalus.**

Grün, einfarbig oder mit schwarzen Zeichnungen, wodurch öfters eine schwarze zackige Wellenlinie auf dem Rücken entsteht; ein schwarzer Schläfenstreifen; Kopf oben mit einem schwarzen Netzwerk; Unterseite gelblich, einfarbig oder Ventralia am Grunde grün; Schwanzspitze schwarz. Länge gegen 80 cm. — Nur aus Ceylon bekannt. Nach Wall.

57. **Trimeresurus puniceus.**

Graubraun oder rotbraun mit dunklen Rückenflecken, die eine Wellenlinie auf dem Rücken bilden können, oder ungefleckt; eine helle Linie vom Auge zum Mundwinkel; Unterseite dunkelbraun bestäubt, jederseits eine Reihe gelblicher Flecke; Schwanzspitze rötlich. — Diese kleine Viper (Länge nicht über 64 cm) ist von Sumatra, Java und Borneo, sowie von den Natunasinseln bekannt.

58. **Trimeresurus wagleri.**

Schön grün, mit helleren oder dunkleren Zeichnungen, bis fast ganz schwarz. Junge Tiere grün mit weißlichen Querbinden, die hinten blau oder purpurfarbig gesäumt sind; eine ähnliche Linie vom Nasenloch zum Auge und von hier zum Mundwinkel; Schwanzende meist rot; Bauch weiß oder blaßgrün; Erwachsene pflegen auf gelbgrünem Grunde mit schwarzen Querbinden geschmückt zu sein, die Schuppen in grüner Grundfarbe mit schwarzen Rändern; Schwanz schwarz oder dunkelgrün. Die Art variiert übrigens in der Färbung sehr, ist aber an den gekielten Kehlschuppen leicht erkennbar. Länge bis zu 1 m.

Die Arten von T. purpureomaculatus bis wagleri sind Gras-, Busch- oder Baumbewohner. Ihre Gefährlichkeit für den Menschen scheint gering zu sein, wie aus der außerordentlich geringen Zahl von Bißfällen hervorgeht, die den Ärzten auf den Sundainseln, wo ein großer Teil dieser Arten zahlreich vorkommt, unterkommen.

59. **Sistrurus miliarius,** Zwergklapperschlange (pigmy rattler, ground rattler).

Grau, gelblich oder braun, mit dunkelbrauner Zeichnung, oft mit orangeroter Mittellinie; unterseits weißlich, dunkel gefleckt. Länge nicht viel über 50 cm. — Verbreitung: Nordkarolina bis Florida, westlich bis Louisiana und Arkansas. Trotz der geringen Größe dieser Schlange ist die Wirkung des Giftes eine sehr intensive.

60. **Sistrurus catenatus,** Massasauga.

Rückenflecke in der Regel größer als bei voriger Art, quer elliptisch oder nierenförmig; ein dunkler Fleck auf jedem Parietale. Länge bis gegen 70 cm. — Verbreitung vom Staate New York bis Nordostmexiko.

61. **Sistrurus ravus.**

Gelbbraun, mit einer Reihe dunkelbrauner Rückenflecke, die länger sind als breit und eine Reihe dunkler Vertikalstreifen an jeder Seite; Kopf ohne dunkle Zeichnungen; ein vorn gegabelter dunkler Nackenfleck; Unterseite gelblich, stark

schwärzlich gezeichnet — Vera Cruz, Mexiko. Anscheinend selten und nur der Vollständigkeit halber hier erwähnt.

62. **Crotalus,** Klapperschlange, „rattler", „serpent à sonnettes". Alle Klapperschlangen sind Bodenbewohner, aber sonst in ihrer Lebensweise sehr verschieden; manche leben in lichten Wäldern, andere in felsigen oder sumpfigen Gegenden oder aber in Stein- oder Sandwüsten. Die Färbung ist durchwegs braun oder seltener grau mit dunkleren Rückenflecken oder Querbinden und meist sehr charakteristisch. Die kleineren Arten (bis etwa 60 cm), die vorwiegend die Wüsten der südwestlichen



Fig. 69. Sistrurus miliarius, Zwerg-Klapperschlange, Pigmy-rattler.

Vereinigten Staaten bewohnen, sind meist weniger bösartig als die großen, die den waldigen Gebieten angehören und von denen C. adamanteus mit etwa 270 cm Gesamtlänge, die größte ist. Nur eine Art von den nahezu 20 bekannten bewohnt Südamerika; es ist C. terrificus, die das wirksamste Gift aller Crotalinen Südamerikas besitzt.

Von den Arten, bei denen die Schnauze oben ganz mit drei Paaren größerer Schilder (ohne kleinere Schildchen oder Schuppen) bedeckt ist, lebt C. molossus in Texas, Arizona, Neumexiko, sowie in Mexiko selbst (Sonora). Länge über 1 m; C. terrificus, die südamerikanische „Cascavel" wird etwas größer (bis 130 cm)

und ist meist durch ein Paar schwarzer Längsstreifen am Halse erkennbar.

Diejenigen Arten, bei denen die Oberseite der Schnauze großenteils mit kleinen Schuppen oder Schildchen bedeckt erscheinen, sind zahlreicher. Zu ihnen gehört die gewaltige C. adamanteus, nach Lachesis muta die größte Giftschlange aus der Gruppe der Viperiden. Der Rücken ist durch große, hellgeränderte Rautenflecken auf hellerem Grunde ausgezeichnet. Bei der typischen Form, die in Carolina, Arkansas,

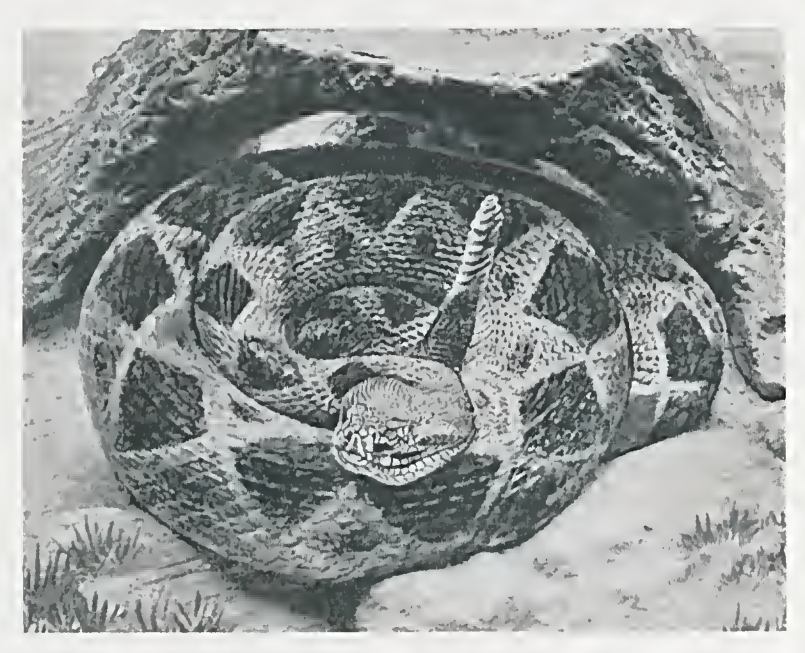


Fig. 70. Crotalus adamanteus, Rautenklapperschlange, Diamond rattlesnake (nach STEJNEGER).

Florida, Mississippi und Neumexiko vorkommt, sind zwei Lorealia (Zügelschilder) vorhanden, die Rautenflecken des Rückens sind nicht heller als die dunkleren Querbinden des Schwanzes, deren letzte sehr breit ist; von ihr unterscheidet sich die Unterart atrox durch nur eine Loreale, die Rückenflecke sind heller als die Querbinden des Schwanzes und das Schwanzende ist nicht schwarz. Diese, die Texasklapperschlange, ist kleiner als die vorige, in Texas stellenweise überaus häufig, aber auch in Arizona, Kalifornien, Mississippi, Nordmexiko.

63. **C. confluentus,** die Präriеklapperschlange.

Kopfschilder größer (confluentus) oder kleiner (oreganus); Rücken mit quer elliptischen, dunkel gesäumten Flecken,

Schwanz mit tiefschwarzen Querbinden (confluentus) oder mit großen dunklen, meist dicht aufeinanderfolgenden und schmal hell gesäumten Rund- oder Rautenflecken (oreganus). Die Prärieklapperschlange, eine typische Art der weiten Ebenen im Innern der Vereinigten Staaten, ist aus den Staaten Kalifornien, Arizona, Arkansas, Idaho, Neumexiko, Nebraska, Oregon, Texas, Utah, Montana, Wyorming und Kansas bekannt. Sie erreicht eine Länge von 180 cm. Die Klapperschlange der Pazifikküste (C. oreganus) ist von Kalifornien, Oregon und Washington bis Britisch Kolumbien, aus Idaho, Nevada, Utah und Arizona bekannt und scheint etwas kleiner zu bleiben. Nahe steht dieser Art die rote Rautenklapperschlange, C. exsul von Südkalifornien, von vorwiegend zimtroter, hellroter oder bräunlichgelber Grundfarbe mit dunkleren, oft undeutlichen Rückenflecken; sie wird bis 140 cm lang.

C. tigris ist durch zahlreiche, kleine Querbinden ausgezeichnet. Die Tigerklapperschlange lebt in Kalifornien, Nevada, Kolorado, Arizona und Neumexiko; sie wird bis 75 cm lang.

64. **C. horridus,** die Waldklapperschlange (Timber rattler) ist verbreitetste nordamerikanische Klapperschlange; sie ist aus Nordkarolina, Georgia, Kansas, Arkansas, Jowa, Texas, Pennsylvanien, Virginien, New York, Louisiana, Maryland, Connecticut und Alabama bekannt und nach den winkeligen dunklen Querbinden und dem Fehlen eines dunklen Schläfenbandes leicht erkennbar. Sie wird über 130 cm lang.

65. **C. lepidus,** steht der vorigen Art sehr nahe; sie ist durch schwarze, weit voneinander entfernte, etwas zackige und weiß geränderte Querbinden auf grünlichem Grunde und gleichfalls durch das Fehlen des Schläfenbandes erkennbar. Die grüne Klapperschlange, eine kleinere Art (nicht viel über 50 cm lang werdend), bewohnt Westtexas, Arizona, Neumexiko und Nordmexiko.

66. **C. mitchelli,** die helle Klapperschlange, ist weißlich, hellgrau gelblich oder blaßrötlich mit undeutlichen dunklen Flecken (rötlichbraun oder schwärzlich). Schwanz mit 4—6 schwarzen Querbinden. Sie wird etwa 1 m lang und bewohnt die Wüsten von Kalifornien, Arizona, Kolorado und Niederkalifornien.

67. **C. cerastes,** gehörnte Klapperschlange, „Sidewinder“.

Diese kleine, kaum 60 cm Länge erreichende Klapperschlange ist eine ausgesprochene Wüstenart, die in Südkalifornien, Nevada, Arizona, Utah und Kolorado lebt. Sie ist an vielen Stellen sehr häufig, wird aber wegen ihrer Wüstenfarbe und vorwiegend nächtlichen Lebensweise selten gesehen. Sie nimmt

außer Mäusen auch Eidechsen als Nahrung. Ihr Name „Seitenwinder" rührt von der — übrigens auch anderen Viperiden, wie Cerastes zukommenden Bewegungsweise in einem Winkel nach der Seite anstatt geradeaus her.

68. **C. triseriatus,** ist die gewöhnliche mexikanische Klapperschlange, die aber auch aus Arizona als C. pricei beschrieben wurde. Sie ist an den 3—4 Reihen kleiner dunkler Flecke erkennbar und von geringer Größe (kaum 60 cm).

Dieses sind nur die wichtigsten und häufigsten Klapperschlangenarten; die nur in wenigen Exemplaren bekannt gewordenen Arten sind nicht erwähnt.

VI. Die Schlange in Sage und Kunst.

Bei den vielen Besuchern, welche das Baktereologische Institut des Dep. Nac. de Hyg. in Buenos Aires und das Seruminstitut in Butantan bei São Paulo besichtigten, erregt im ersteren das Schlangenhaus und im letzteren der Schlangengarten, in welchem giftige Schlangen untergebracht sind und von jedermann beobachtet werden können, das größte Interesse. Der Schlangengarten in Butantan ist ein Anziehungspunkt für Jung und Alt, Gebildete und Ungebildete; Einheimische und Fremde nähern sich mit einer gewissen Scheu und Neugierde dem Schlangengarten und nachdem sie sehen, daß sie ungestraft diesen gefährlichen Tieren zuschauen können, bleiben sie stundenlang im Anblick der Schlangen versunken. Das Interesse für die Schlangen bei den Besuchern ist ein viel größeres als die Wißbegierde, in den wissenschaftlichen Abteilungen neues und wissenswertes zu sehen, so daß sie an diesen achtlos vorübergehen, um in den Schlangengarten, wo man im Freien lebende Schlangen und die Giftentnahme demonstriert, zu gelangen. Man ist darüber erstaunt, welche faszinierende Wirkung die Schlangen nicht nur auf das Volk, sondern auch auf Gebildete, Künstler und Gelehrte ausüben. Der Anblick der Schlangen als solcher kann dieses nicht erklären, da es ja Tiere gibt, die viel schöner, farbenprächtiger und intelligenter sind und die dieses eigenartige Interesse doch nicht erwecken. Es dürften eher andere Motive zugrunde gelegen sein, vielleicht die Angst vor der Tücke dieser Gifttiere, vielleicht eine Art atavistische Beeinflussung der Phantasie durch Erinnerungen an biblische Überlieferung, Sagen und Märchen in der Kindheit usw.

Mitchell hat sich durch Versuche davon überzeugt, daß sowohl junge Affen, die noch nie eine Schlange gesehen haben, als auch Kinder, die nicht schon in der Furcht vor diesen Tieren aufgewachsen sind, sie ohne Bedenken berühren und mit ihnen spielen. Es ist wahrscheinlich, daß die eigentümliche Art der Bewegung, der starre Blick, hervorgerufen durch das Fehlen beweglicher Augenlider, sowie die raschen Bewegungen der Zunge (die man ja vielfach für das Giftorgan der Schlangen hält — der „Stich der Natternzunge" ist ja eine allbekannte Redensart), den unheimlichen Eindruck hervorrufen, der durch die Erkenntnis der Gefährlichkeit mancher Arten noch bedeutend verstärkt wird. Es hat an diesem Eindruck nichts geändert, daß durch die Mitteilungen von Forschern, namentlich in Indien und China, festgestellt wurde, daß manche der gefährlichsten Giftschlangen, wie viele andere Reptilien im erwachsenen Zustande, furchtsame und zum Beißen unlustige Tiere sind, die erst durch Mißhandlungen zur Gegenwehr veranlaßt werden, wie namentlich Wall und auch Mell berichten. Und so wie die Schlangen das Individuum geradezu okult zu beeinflussen vermögen, so unterliegen seit urdenklichen Zeiten ganze Völker dieser mystischen Wirkung.

In den Religionen, in der Sage und Poesie der Völker, in Kunst und Literatur spielen diese Tiere seit jeher eine viel größere Rolle, als alle Tiere des gesamten Tierreiches und auch diejenigen, welchen die menschliche Phantasie gute oder schlechte Eigenschaften andichtet, wie z. B. dem Drachen, dem schlauen Fuchs, dem starken Löwen, dem listigen Raben, der sanften Taube usw. Kein Wunder, daß mit diesen Tieren ein großer Kultus getrieben wurde, daß man in ihnen mystische Wesen sah, menschliche und übermenschliche Eigenschaften ihnen zugedichtet hat und in ihnen z. B. das Symbol des Guten und des Bösen, des Glücks oder Unglücks gesehen hat. In allen Religionen findet man daher seit urdenklichen Zeiten die Schlangen in irgendeinem Zusammenhang zur Überlieferung und zum religiösen Kultus. Schlangen bedeuten das Sinnbild der Schlauheit, der ärztlichen Kunst, der Weisheit, der Sanftmut, der Falschheit, die Bibel sieht in ihnen die Verführung und Sünde. Die Schlange mit der Aaron vor Pharao gaukelte, ist die berühmte ägyptische Uräusschlange (Naja haja). Asklepius, der Gott der Heilkunde, trägt einen Stab in der Hand, um den sich die sogenannte Äskulapschlange windet. Hygiea, die Tochter des Äskulap, die Göttin der Gesundheit, wird mit einer Schlange dargestellt, der sie

zu trinken gibt. Das Kollier der Göttin Minerva ist aus Schlangen zusammengesetzt. Das Haupt der Medusa, der Göttin der Rache, ist mit Schlangen bedeckt. Furcht und Abscheu vor Schlangen, ein uraltes Erbteil des Menschengeschlechtes, führte ebenso wie die Verehrung zu allerlei abergläubischen Vorstellungen.

Bei den Ägyptern stand die Aspis in göttlichen Ehren und man hielt sie, nachdem man sie gezähmt hatte, im Hause und lockte sie mit Händeklatschen an die Festtafel, um sie mit Wein und Honig zu füttern und zu küssen. Bei den alten Psyllern hat man die Gift-



Fig. 71. Tunesischer Schlangenbeschwörer mit Naia haie (W. Mosauer phot.).

schlangen zu Rächerinnen der Untreue der Frauen verwendet. Die Psyller sollen, wie Plutarch erzählt, gegen das Schlangengift unempfänglich gewesen sein und diese Eigenschaft hat sich von Vater auf die Kinder vererbt. Um die Reinheit ihrer Rasse zu erhalten, war es gesetzlich den Frauen verboten, mit den Männern der benachbarten Völker Heiraten einzugehen oder in außerehelichen Verkehr mit ihnen zu treten. Bestand bei der Geburt des Kindes der Verdacht, daß dieses Gesetz umgangen wurde, hat man den Neugeborenen dem Bisse giftiger Schlangen ausgesetzt, der den reinen Eingeborenen nichts anhaben konnte, da sie unempfänglich waren, aber die Mischlinge, die nicht immun waren, prompt tötete.

In den Glaubenssagen der Hindus spielte die Kobra eine bedeutende Rolle. Es wird folgendes erzählt:

Als Buddha eines Tages auf Erden wandelte und in der Mittagssonne einschlief, kam eine Kobra, breitete einen Schild über ihn und beschattete so das göttliche Antlitz. Dafür versprach Buddha ihr Gnade zu erweisen, was er aber später vergaß, so daß die Schlangen den Raubvögeln zum Opfer fielen. Als aber die Schlange Buddha an sein Versprechen erinnerte, verlieh er ihr die Brille, vor welcher sich die Raubvögel fürchten, und die Kobra somit geschützt war. —

Der Schlangenkultus dauert fort bis auf die heutige Zeit und lebt heute noch in der Phantasie der Völker in Ländern, wie Indien,



Fig. 72. Indische Schlangenbeschwörer mit Naia tripudians. (Aus Brehms Tierleben).

Afrika, Südamerika, in welchen Giftschlangen sehr verbreitet sind. Die Fabel von der Schlangenbeschwörung hat ihre Heimat in Indien, in dem Lande der orientalischen Phantasie. Der indische Schlangenbeschwörer reizt die Kobra, die Brillenschlange, durch Schläge und beruhigt sie anscheinend durch seine Stimme, durch Musik (die Schlangen reagieren bekanntlich nicht auf Töne oder Geräusche) und erst dann, wenn sie beruhigt ist, spielt er mit ihr, um den Schein zu erwecken, daß er sie fürchtet, wenn sie gereizt ist. Das Volk glaubt natürlich an die Wunderkraft des Schlangenbeschwörers, der aber der Schlange dadurch die Lust zum Beißen genommen hat, daß sie wiederholt in seine Holzflöte gebissen hat. Indische Schlangenbeschwörer brechen nur ausnahmsweise ihren Schlangen die Zähne

aus. Alte Brillenschlangen sind übrigens im Gegensatz zu Jungtieren wenig beißlustig. Auch in anderen Ländern, wo wie in Indien der Schlangenkultus getrieben wird, trifft man Schlangenbeschwörer an. So kann man in Kairo auf öffentlichen Plätzen der Schlangenbeschwörung beiwohnen und unter allgemeinem Entsetzen der Versammlung sehen, wie der Schlangenbeschwörer die gefürchtete Naja haja packt und das Maul des Tieres auf seine Stirn drückt. Nur der Gaukler weiß, daß er ohne Gefahr ihres Zornes spotten darf, weil er ihr die Giftzähne vorher entfernt hat, das Volk glaubt natürlich an die Wunderkraft des Mannes.



Fig. 73. Indischer Schlangenbeschwörer mit Naia tripudians.

Pawlowsky erklärt, daß durch diese Art der Behandlung der Giftschlangen ein hemmender Reflex bei den Schlangen ausgelöst wird. (Diese Erscheinung gehört nach Pawlowsky zur Kategorie der bedingten Reflexe.) Doch läßt sich nach dem oben Gesagten die Schlangenbeschwörung leicht erklären. Mit ruhiger, sanfter Behandlung, langsamen Bewegungen lassen sich viele, auch ursprünglich bissige Schlangen ohne Schwierigkeit zähmen.

Die Kunst des Schlangenbeschwörers ist auch in Argentinien und Brasilien bekannt. Es bestehen hier eigene Methoden der Schlangenbeschwörung. Tabak wird den Schlangen zum Beißen gegeben, oder man bestreicht sie mit Tabaksaft und betäubt sie, bevor man mit ihnen Kunststücke demonstriert. Auch zirkulieren dort auch über Schlangen die unglaublichsten Märchen. Der Kuriosität halber sei folgendes angeführt. So erzählt man sich, daß Milch-

kühe am Abend von der Weide in den Stall zurückkamen, aber keine Milch gaben, da es schon öfters vorgekommen war, ging der Besitzer des Tambo der Sache nach und verfolgte die Kühe auf der Weide. Zu seinem Erstaunen merkte er, daß zu einer bestimmten Stunde die Kühe die Weide verließen und in dem nahen Wald ein Stelldichein mit Schlangen hatten und sah, wie die Schlangen aus dem Euter der Kühe die Milch austranken. Das Ammenmärchen von den milchtrinkenden Schlangen wird in Argentinien noch in einer anderen Version erzählt. Säuglinge, die an der Mutterbrust waren und sonst gar keinen Krankheitszustand aufwiesen, sind in dem Ernährungszustand herunter gekommen, ohne daß man die Ursache hierfür ermitteln konnte. Zu allerletzt kam man auf die Vermutung, daß Schlangen der Mutter die Milch austrinken dürften; tatsächlich konnte man bei Nacht im Bett der säugenden Mutter Schlangen finden, die von der Mutterbrust getrunken haben.

Aber nicht nur die Phantasie des Volkes beschäftigte sich mit Schlangen, auch in derjenigen des Künstlers und Dichters lebt sie und ist vielfach Motiv der künstlerischen Bearbeitung. In der Plastik und Malerei findet man schon bei den ältesten Meistern die Schlange symbolisiert. Als Verführung und Sünde im Paradies, als Gesundheit in den griechischen Statuen, als Kraft in der berühmten Laokoongruppe. In der deutschen Malerei findet man die Schlange bei Dürer, Holbein, Böcklin, Klinger, Stuck sinnbildlich oder dekorativ dargestellt. Auch im Drama und in der Dichtkunst kommt sie vor, bei Dante, Shakespeare, in Schillers Gedicht „Die nadowesische Totenklage" in Goethes Faust, in Grillparzers „Traum ein Leben" usw. ist die Schlange ein wiederkehrendes Motiv, bald der Falschheit, bald der Tücke und Sünde.

Es ist nur zu natürlich, daß die Schlange als Sinnbild der Heilkraft, von den Völkern angebetet, auch zur Heilung von Krankheiten verwendet wurde. Römer und Griechen haben aus Vipern Arzneien bereitet. Der berühmte Teriak, welcher noch im vorigen Jahrhundert in Apotheken zur Reinigung des Blutes bei Kropf und allerlei Vergiftungen verordnet wurde, ist ein vom Leibarzt des Kaisers Andromachus erfundenes Heilmittel aus Vipern erzeugt. Schlangengalle galt als schweißtreibend; gegen Fieber verordnete man gesottene Ottern, gegen Fallsucht Suppe aus Vipern, gegen Pocken Pulver aus Schlangenherz und Leber, das Schlangenfett benützte man zur Heilung von Wunden, Quetschungen, gegen Augenkrankheiten und Schwindsucht und eitle Frauen versuchten eine Verjüngungskur,

um ihre Runzeln zu glätten. Selbst Schlangengift als Heilmittel gegen Cholera, Gelbfieber, Hundswut, wurde verordnet. Vor noch nicht langer Zeit hat man in Brasilien versucht Leprakranke mit Schlangengift zu behandeln. In letzter Zeit soll das Gift auch Epilepsie günstig beeinflussen. Allerdings bezahlt mancher Kranke diese Behandlung mit dem Tod.

VII. Schlangengift.

Studien über Schlangengift und Giftdrüsen reichen bis in das Jahr 1664 zurück. Zum ersten Male wurde die Ursache der Giftigkeit in ihrem Gift von Fontana bei den Vipern festgestellt, da man bis dahin in der Galle die Ursache der Giftigkeit gesucht hat. Aber erst im Jahre 1843, seitdem Lucien Bonaparte das mittels Alkohol gefällte Gift einer Analyse unterzog, datiert die wissenschaftliche Erforschung desselben. Trotz der Arbeiten von Weir Mitchell und Reichert (1886), C. J. Martin (1892) u. a. ist das Gift in seiner chemischen Natur bis heute nicht gekannt. Ob das in letzter Zeit durch E. St. Faust chemisch rein dargestellte Ophio- und Crotalustoxin dem natürlichen Gifte entspricht, ist heute noch nicht entschieden.

Den Nachweis, daß den Schlangengiften Toxincharakter zukommt, haben Sewall (1887), Kaufmann (1899), Calmette (1892), Phisalix und Bertrand (1894) erbracht. Den endgültigen Beweis für die antigene Natur der Schlangengifte haben 1894 Phisalix und Bertrand, insbesondere aber Calmette geführt. Es ist gelungen, mit dem Gift der Vipern und der Kobra aktiv zu immunisieren und im Serum der aktiv immunisierten Tiere spezifisch neutralisierende Antitoxine nachzuweisen, mittels welcher man auch imstande war, passive Immunität auf gesunde Tiere zu übertragen. Damit war die Grundlage der Serumtherapie der Vergiftungen infolge von Schlangenbiß begründet. Calmette gebührt das Verdienst, diese Serumtherapie in den Arzneischatz eingeführt zu haben (1895).

Von nun ab haben die serologischen Institute den giftigen Schlangen besondere Aufmerksamkeit zugewendet, da sie als Produzenten der Materia prima zur Herstellung des Schlangenserums

benützt werden. Auf diese Weise war es gekommen, daß giftige Schlangen und deren Gifte ganz so wie Mikroben und deren Toxine Forschungsobjekte für den Serologen geworden sind.

A. Allgemeines über Schlangengift und Giftschlangen.

Wie Strobl in seiner sehr lesenswerten Schrift „Die Giftproduktion bei den Tieren" ausführt, darf man bei den Schlangen ebensowenig wie bei anderen Tieren den allgemein verbreiteten und völlig unrichtigen Standpunkt einnehmen, daß der als Gift bezeichnete Stoff von dem ihn produzierenden Organismus gebildet wird, um einem anderen Organismus beigebracht zu werden, wenn auch dieser Begriff des Beibringens schon im Wort „Gift" selbst enthalten ist, das etymologisch mit „Gabe" und „Geben" zusammenhängt.

„Diese teleologische Vorstellung", fährt Strobl fort, „dieses zielende Motiv, daß im Begriff Gift schon die Beziehung zu einem fremden Organismus mit anklingen läßt, ist im allgemeinen Sprachgebrauch verstärkt worden durch die Art der Verwendung, die der Mensch von solchen Substanzen macht. Bei den von Tieren produzierten Giften hat sich diese Auffassung ganz besonders eingebürgert, weil es unter ihnen solche Giftarten gibt, die, wie bei Schlangen, Bienen, Skorpionen usw. durch Drüsen entleert werden, welche mit spitzen, zur Verwundung anderer Organismen führenden Hartgebilden des Integumentes (Zähne, Stacheln usw.) in Verbindung stehen. Durch die allzu ausschließliche Betrachtung solcher — gelegentlich auch als aktiv — giftig phanerotoxisch bezeichneter Tierformen erschien die Auffassung gerechtfertigt, daß es sich bei diesen Produkten um solche handelt, die direkt zur Schädigung anderer Organismen bestimmt seien. Die ganze Erscheinung wurde demnach allzu sehr, nicht als Resultante eines komplexen Zusammenspiels morphologischer und physiologischer Faktoren, sondern sozusagen ausschließlich vom Standpunkt des jetzigen fertigen Endzustandes betrachtet und dann als bewußt-sinnvolle Abwehr- und Angriffsfunktion gedeutet, während letztere erst durch das sekundäre Zusammentreten von Komponenten zustande kommt, deren primäre Funktion zunächst berücksichtigt werden mußte. Diese primäre Funktion aber ist offenbar im Organismus selbst zu suchen, der die betreffenden Stoffe produziert."

Es ist nicht verwunderlich, daß unter diesen Umständen mit dem Begriff „Giftschlange", ja „Schlange" überhaupt, der weitere Begriff von Heimtücke und Hinterlist im allgemeinen Sprach-

gebrauch verbunden ist, der eine gewisse psychische Entwicklung involviert, die bei den Schlangen sicher noch nicht vorhanden sind; die Beißhandlungen derselben werden zweifellos reflektorisch ausgelöst.

Es ist im Gegensatz zu dieser verbreiteten Anschauung wichtig, festzustellen, daß auch bei den phanerotoxischen Tieren, also auch bei den Schlangen, die Gifte im Stoffwechselhaushalt ihrer Produzenten eine Rolle spielen. Das Schlangengift ist bei der Verdauung von allergrößter Bedeutung, indem das Sekret der Giftdrüsen unter anderen Stoffen auch eiweißverdauende Fermente enthält.



Fig. 74. Crotalus terrificus, Cascavel, nach einem Angriff auf ein Greifstachelschwein.

Was versteht man nun überhaupt unter Giften? Eine einwandfreie Definition dieses Begriffes ist schwer zu geben. Strobl bezeichnet als Gifte solche chemische Stoffe, die, meist schon in kleinen Mengen, bei lebenden Organismen durch chemische bzw. physikochemische Wirkungen unter bestimmten Bedingungen (z. B. bei isolierter Wirkungsweise) wesentliche Störungen oder den Tod herbeiführen. Diese Definition mit ihrer notwendigen Verklausulierung zeigt schon allein, daß eine giftige Wirkung von verschiedenen Umständen abhängig ist. Wir wissen, daß ein und dasselbe Gift, das auf jugendliche Organismen tödlich wirken kann, erwachsenen nur geringen Schaden zufügt, seine Wirkung eventuell sogar ohne

Anwendung eines Gegenmittels überstanden werden kann; ebenso ist bekannt, daß gewisse Tierarten nicht nur deswegen vor den Folgen des Giftschlangenbisses geschützt sind, weil sie den Biß selbst durch ein Stachelkleid (Igel, Stachelschweine, Fig. 74, 75) stark verhornte Körperbedeckung (Füße, Flügel der Waldhühner, des Gypogeranus [Schlangengeiers] von Süd- und Ostafrika), durch eine dicke Speckschwarte der Unterhaut (Schweine) abzuwehren imstande sind, sondern tatsächlich immun sind. Als solche tatsächlich gegen den Giftschlangenbiß geschützte Tiere sind in erster Linie gewisse Raubtiere anzusehen, wie der Bandiltis (Zorilla striata) in Südafrika, ebenso ein Stinktier in Südamerika (Conepatus



Fig. 75. Greifstachelschwein (Sphingurus vollosus). Brasilien[1]).

chilenis) und andere Tierarten (s. Kap. Natürliche Empfänglichkeit und Immunität). Bekannte Giftschlangenvertilger unter den Nattern sind auch die nordamerikanischen Arten der Gattung Lampropeltis, namentlich L. getulus sowie namentlich die brasilianische Mussurana (Fig. 94).

Dadurch nun, daß die als Fangzähne zum Festhalten der Beute entwickelten größeren Zähne mit dem Ausführungsgang eines bestimmten Abschnittes der Oberlippenspeicheldrüse bzw. der Parotis, in Verbindung traten und dadurch die Möglichkeit gegeben

1) Das Stachelschwein ist nur scheinbar immun gegen Schlangenbiß, da die Schlange dort, wo das Stachelkleid ist, nicht beißen kann, wie aus der Abbildung hervorgeht. Injiziert man aber subkutan die kleinsten Giftmengen, so gehen die Tiere zugrunde.

war, das eiweißlösende Ferment des Schlangengiftes durch eine Rinne oder einen Kanal des Fangzahnes direkt in den Körper des gebissenen Tieres einzuführen, wurde der Fangzahn zum Giftzahn. Aber ein langer Weg war wahrscheinlich zurückzulegen, bis das Gift zur Lähmung oder gar Tötung eines Tieres ausreichend war und wir sehen diese Stadien der Entwicklung der toxischen Wirkung des Schlangengiftes noch heutzutage erhalten, sogar innerhalb der Gruppen der Viperiden, von denen Vipera ursinii eine Maus nicht einmal zu lähmen imstande ist und ihre Beute in der Regel lebend verzehrt und etwa V. ammodytes, bei der die letale Wirkung bei der Maus in 1—2 Minuten eintritt — oder die madagassischen opisthoglyphen Nattern Eteirodipsas und Ithycyphus fast ohne Giftwirkung im Vergleich zu Coelopeltis monspessulana und Psammophis sibilans, bei denen der Tod sogar bei einer Ratte oft schon in 2 Minuten eintritt.

Erst durch das Zusammenwirken des Fangzahnes im Oberkiefer mit der Giftdrüse, deren Ausführungsgang an dessen Basis ausmündet, wird eine Schlange eine Giftschlange im gebräuchlichen Sinne des Wortes.

Wir wissen, daß das Sekret der Oberkieferspeicheldrüse auch von aglyphen Nattern giftige Wirkung haben kann, obwohl diese entweder wegen der kurzen Zähne oder ausgesprochener Beißunlust — die wir bei vielen (selbst stark giftigen) Schlangen beobachten, meist nicht eintritt. Andererseits kann bei Viperiden auch nach Verlust der eigentlichen Giftzähne eine Giftwirkung eintreten, da das Gift aus dem Ausführungsgange der Drüse in der Mundhöhle sich ausbreitet und die kleinen Zähne von Gaumen-, Flügelbeinen und Unterkiefer beim Biß eine Vergiftung hervorrufen können, die aber eben infolge der Kürze dieser Zähne mit der Wirkung der großen Fangzähne nicht zu vergleichen ist. Übrigens pflegen Giftschlangen nach dem völligen Verlust der Giftzähne nicht beißlustig zu sein.

Es kann schon deshalb an eine Absicht zur Beibringung des Giftes von seiten der Schlange nicht gedacht werden, weil die Mehrzahl der Schlangen, auch solche, welche, wie die Riesenschlangen, über eine außerordentliche Muskelkraft verfügen, auf Angriffe, ob wirklich oder vermeintlich, stets nur durch Beißen reagiert. Es wäre nicht einzusehen, wenn die Giftschlangen, die sich ja von den übrigen psychisch durchaus nicht so sehr unterscheiden, sich in dieser Beziehung anders verhalten sollten. Auf einen Reiz, sei er durch das Vorhandensein einer Beute, durch einen Schmerz (Druck, Schlag

usw.) oder, wie oben erwähnt, durch einen Angriff hervorgerufen, antwortet die Schlange stets auf dieselbe Weise — durch Beißen; die darauffolgenden durch den Beißakt ausgelösten Handlungen sind dann verschieden: entweder handelt es sich um ein als Nahrung taugliches Tier, dann wird es festgehalten, entweder lebend verschlungen — durch Umschlingung oder Giftwirkung getötet und meist sofort verzehrt oder (Viperiden) nach dem Biß freigelassen und nach Eintritt des Todes aufgesucht und verschlungen — oder aber, der Biß erfolgt als Antwort auf eine erlittene oder erwartete Unbill, dann wird nach demselben der gebissene Körperteil meist sofort losgelassen, der Biß aber eventuell mehrmals wiederholt.

Unprovozierte Angriffshandlungen mit Beißen oder gar Verfolgung gehört zu den allergrößten Seltenheiten und dürfte außer bei Naia-Arten (N. hannah, N. haie) kaum beobachtet worden sein.

Eine besondere Methode, das Gift der Giftdrüsen auszustoßen, das Giftspeien ist vorwiegend bei Arten der Gattung Naia, vor allem N. nigricollis, englisch Spitting snake, französisch Serpent cracheur, portugiesisch Cobra cuspideira, ferner dem südafrikanischen Ringhals (Merremia = Sepedon haemachates), aber auch bei anderen Arten von Naia, ja auch vereinzelt bei Viperiden (Bitis, Crotalus) und Opisthoglyphen (Dipsadomorphus) beobachtet worden. Zuerst wurden alle Angaben über das zielbewußte und meist mit großer Sicherheit die Augen des Angreifers treffende Giftschießen der Speischlangen als Märchen betrachtet, später haben zahlreiche Forscher, wie Barboza du Bocage, Fitz-Simmons und auch der Verfasser selbst diesen Vorgang beobachten und die sehr gefährliche Wirkung auf die Bindehaut und Kornea des Auges, wodurch Verätzungen, Vereiterungen der letzteren und sogar Erblindung hervorgerufen wird, feststellen können. Das Sekret ist nach Fitz-Simmons reines Gift, das in zwei Strahlen aus den Giftzähnen ausgespritzt wird und zwar kann man, wenn man eine Glasscheibe ganz nahe an das spuckende Tier hält, deutlich zwei gesonderte Strahlen unterscheiden, während bei größerer Entfernung der Scheibe ein feiner Sprühregen von solcher Dichtigkeit beobachtet wird, daß es unmöglich ist, einen dahinter befindlichen größeren Gegenstand zu unterscheiden. Das Ausspritzen wird dadurch bewerkstelligt, daß sehr schnell und heftig Luft aus den Lungen ausgestoßen und durch den Luftstrom das aus den Giftzähnen austretende Gift zerstäubt wird. Theoretisch ist daher ein solches Giftspeien bei jeder Giftschlange denkbar und kann wohl auch ver-

einzelt vorkommen, wodurch sich auch die vorstehenden Angaben für Viperiden erklären lassen. Bei einer erwachsenen Ringhalskobra konnte das Giftspeien fünfmal nacheinander innerhalb weniger Minuten beobachtet werden. Das frisch ausgespritzte Gift erscheint farblos, glyzerinartig zähe, trocknet aber sehr bald zu einer graugelblichen Masse ein. Daß es sich um Gift handelt, erwies die Wirkung der Einspritzung in die Blutbahn, welche schnellen Tod des Versuchstieres zur Folge hatte.

Zur Mechanik des Bisses.

So übereinstimmend die Art der Nahrungsaufnahme bei allen Schlangen ist, so verschieden ist andererseits die Methode, nach welcher sie ihre Beute fassen und wehrlos machen oder töten. Vor allem können wir zwei Haupttypen unterscheiden: solche Schlangen, die ihre Beute laufend, kletternd oder schwimmend verfolgen (das sind fast durchwegs solche ohne oder mit geringer Giftwirkung) und solche, die sie beschleichen und mit raschem Vorstoß des Halses und Kopfes entweder festhalten, um sie lebend oder nach Tötung durch Umschlingung zu verschlingen oder durch die Wirkung des Sekretes der Giftdrüse töten, und zwar entweder ohne sie nach dem Biß loszulassen oder aber nach erfolgtem Bisse die Giftwirkung abwarten, um die Beute, die selten sofort tot ist, mit Hilfe des Geruchsinnes auf geringere oder größere Entfernung auf ihrer Spur aufsuchen und in der Regel auch an der Stelle, wo sie verendet ist, auffinden. Es ist keine absolute systematische Verschiedenheit bei diesen verschiedenen Typen zu beobachten. Schlinger, also solche Schlangen, die ihre Beute durch Umschlingung töten, sind sicher alle Riesenschlangen, ein großer Teil der Colubridae: Aglyphae und Opisthoglyphae (von diesen namentlich diejenigen mit schwacher Giftwirkung, wie Tarbophis, Eteirodipsas); ein Festhalten der Beute nach erfolgtem Biß mit Giftwirkung ist namentlich bei den Proteroglyphen zu beobachten, kommt aber auch bei Viperiden vor; Biß und darauffolgendes Loslassen findet sich bei Viperiden. Dabei ist zu bemerken, daß auch beim Biß zum Zwecke der Verteidigung zweierlei Methoden zu unterscheiden sind, indem die Mehrzahl der Schlangenarten nach dem Biß losläßt, um diesen eventuell in wenigen Sekunden darauf zu wiederholen (Boiden, Viperiden, viele Aglyphe und Opisthoglyphe Colubriden), andere wieder den gebissenen Körperteil lange festhalten und dabei oft Kau- oder Schlingbewe-

gungen (abwechselndes Vorschieben der beiden Kopfhälften) ausführen, von den europäischen Nattern gehört namentlich Coronella austriaca zu dieser Gruppe.

Was nun die Beißvorrichtung anbelangt, so wirkt sie etwa in folgender Weise. Vor dem Biß wird der Rachen, langsam oder schnell (dies namentlich bei den Viperiden) mäßig weit oder sehr weit (auch wieder besonders bei den Viperiden) geöffnet, dies geschieht durch Herabsinken des Unterkiefers, das durch die gleichzeitige Kontraktion des Musculus digastricus, neuromandibularis und cervicomandibularis geschieht; letzteres wird meist durch den M. suboccipito-articularis unterstützt und bewirkt gleichzeitig die Feststellung des unteren Endes des Quadratums und eine Rotation jeder Unterkieferhälfte um den unteren Condylus des Quadratums als fixe Achse um sich dem Schädel zu nähern oder sich von ihm zu entfernen. Andererseits wird der Unterkiefer durch die Kontraktion der Temporalmuskeln gehoben.

Phisalix bemerkt, daß die Beute in der Regel an einer beliebigen Stelle gepackt wird; dies ist im allgemeinen richtig, doch ist ein Bestreben, sie beim Kopf zu packen, unverkennbar und namentlich bei sehr bissigen Nagern (Ratten, Ziesel) zieht die Schlange es häufig vor, einen geeigneten Augenblick abzuwarten, wenn dieses möglich ist. Das Festhalten der Beute geschieht mit Hilfe sämtlicher Zähne, also namentlich des Ober- und Unterkiefers, des Palatinum und Pterygoids, sowie des Zwischenkiefers, wenn solche vorhanden sind. Sie dringen mehr oder weniger tief in den Körper ein, namentlich verlängerte, sogenannte Fangzähne, die entweder vorn in den Kiefern stehen oder in der Mitte; sie sind besonders entwickelt bei der Boidengattung Corallus, so daß es vorkommen kann, daß nach dem Biß die Beute bei geöffnetem Rachen an den Oberkieferzähnen hängen bleibt; auch bei Viperiden kann dies vorkommen.

Das Festhalten der Beute mit Hilfe des Gebisses ist sehr verläßlich; sie wird in der Regel nur bei heftiger Gegenwehr des Opfers (durch Beißen) freiwillig losgelassen, doch kaum jemals, wenn der Kopf sich zwischen den Kiefern der Schlange befindet. Die Umschlingung dauert niemals länger als bis die Schlange spürt, daß das Leben des Beutetieres erloschen ist; oft aber endet sie früher und die Beute wird nur festgehalten, allmählich aus den Schlingen herausgezogen und lebend verschlungen. Durch Festhalten des Beutetieres durch Umschlingung einerseits und starkes Ziehen desselben

am Kopfe andererseits wird das Tier sehr stark gestreckt und dadurch leichter verschlingbar. Trotzdem ist die Anstrengung beim Verschlingen großer Tiere eine außerordentliche, sehr ermüdende.

Nach Bezüngelung der Beute wird nun von der Schlange deren Kopf gesucht, was oft längere Zeit in Anspruch nimmt; ist dieser gefunden, so packt ihn die Schlange, ohne dabei den Rachen übermäßig weit zu öffnen, förmlich behutsam und beginnt nun in bekannter Weise abwechselnd mit dem linken und rechten Ober- bzw. Unterkiefer vorzugreifen und dadurch den Kopf über den Körper hinwegzuziehen, wie man einen Strumpf anzieht. Diese abwechselnde selbständige Bewegung der beiden Kieferhälften, wobei die Zähne aus den Geweben der Beute herausgezogen und etwas weiter vorn wieder eingedrückt werden, geht mit Hilfe der Gaumenretraktoren (M. postorbito-pterygoideus, spheno-pterygoideus und pterygoideus internus) vor sich; das Einschlagen der Zähne in den Körper der Beute wird durch die Retraktoren des Gaumens und Unterkiefers (M. spheno-palatinus, pterygoideus externus) bewirkt. Die größte Anstrengung erfordert die Bewältigung des Kopfes; bei Vögeln auch die Bergung der Flügel im Rachen. Ein Aufstützen der zum Teil schon verschlungenen Beute auf dem Boden, wie Phisalix angibt, habe ich nicht oft beobachten können. Bei dieser hauptsächlichen Anstrengung am Anfang — auch die Bewältigung des oft stark angeschwollenen Abdomen bereitet der Schlange nicht mehr Schwierigkeit — werden die oben genannten Retraktoren aufs Äußerste kontrahiert und die Beute gegen den Pharynx gepreßt, wobei mitunter Ober- und Unterkiefer einen Winkel von bis 135° bilden.

Durch die fast vollkommene Horizontalstellung des Quadratum und die außerordentliche Ausdehnbarkeit der Gewebe der Mundhöhle wird auch diese Klippe überwunden; ist die Beute vollständig im Ösophagus verschwunden, so pflegt die Schlange mit denselben abwechselnden Kieferbewegungen, wie beim Schlingen, die Kiefer wieder einzurenken, wobei sie lebhaft züngelt und den Vorderkörper oft aufrichtet, dabei nähern sich auch die durch ein Ligament am Kieferwinkel verbundenen, während des Schlingens weit getrennten Unterkieferäste wieder und der Kehlkopf, der unterhalb des Beutetieres bis fast zum Kinnwinkel vorgezogen ist, wodurch die Atmung auch während eines stundenlangen Schlingens ermöglicht ist, zieht sich wieder zurück. Während dieser Zeit dauert das Schlingen fort; die Beute wird nun von der Körpermuskulatur bis zum Magen nach hinten geschoben, wo sie ihre Lage durch die

Ausdehnung der Körperhaut, deren Schuppen weit getrennt erscheinen, wobei die Zwischenhaut zwischen ihnen sichtbar wird, anzeigt.

Von dem Zeitpunkte an, da die Schlange den Kopf der Beute in den Rachen schiebt, findet ein ununterbrochener Zustrom von Speichelsekret statt, das den Körper der Beute mit einer vollständigen Speichelhülle umgibt und das leichte Gleiten nach hinten ermöglicht; diese Speichelabsonderung findet also statt, während die Beute den Rachen passiert, nicht, wie oft geglaubt wird, vorher. Aber, wie M. Phisalix mit Recht hervorhebt, wird durch die zahllosen Wunden, die von den nadelfeinen Zähnen in das Integument gemacht werden, die Haut durchlöchert und der Zutritt der Verdauungssäfte zu den tiefer liegenden Gewebsschichten ermöglicht.

Die Art und Weise des Eindringens der Zähne in die Beute beim Verschlingen ist nach dem Vorhergegangenen für die meisten Schlangen ohne weiteres klar. Da bei Boiden und Verwandten, sowie bei den aglyphen Colubriden der Biß keinerlei Giftwirkung zur Folge hat, so wird das gebissene Tier entweder von der Stelle aus, wo es ergriffen wurde, wenn dies nicht schon der Kopf war, mit den Kiefern seitlich weitergreifend, so gedreht, daß eben schließlich der Kopf in den Rachen gelangt oder aber, es wird durch Umschlingung getötet und dann, wie bereits erwähnt, der Kopf, wenn das Tier nicht ohnehin am Kopf gefaßt wurde, unter Lockerung der Schlingen gesucht und von hier aus das Verschlingen begonnen. Bei den Opisthoglyphen hat ein Biß, bei den nicht die zu hinterst am Maxillare stehenden Gifthaken eine Wunde verursachen können, keinerlei Wirkung; daher kommt es, daß die giftigste aller Schlangen dieser Gruppe (Dispholidus typus) ganz ungefährlich erscheint, wenn es sich um kleinere Exemplare handelt, die beim Erfassen eines Fingers mit dem Rachen den ersteren nicht mit den Gifthaken erreichen können. Ich habe selbst in Uganda einen Biß von einer solchen Schlange bekommen, ohne die geringsten Folgen zu verzeichnen. Da auch, wenn diese Schlangen vor dem Biß noch so weit den Rachen öffnen, die Giftzähne nicht in Funktion treten können, so folgt daraus, daß, um eine Wirkung zu erzielen, der gebissene Körperteil möglichst weit nach hinten in den Rachen geschoben werden muß. Dies kann aber nicht bei einem plötzlichen Beißakt geschehen, wie es bei Boiden und den meisten aglyphen Nattern zu beobachten ist, sondern durch eine relativ langsame, kauende Bewegung der Kiefer, etwa wie bei Coronella austriaca. Da

der Schlange von seite eines gebissenen Menschen wohl nur selten Zeit dazu gelassen wird, resultiert daraus die außerordentliche Seltenheit von Bissen mit letalem Ausgange, ja auch nur überhaupt mit Vergiftungserscheinungen.

M. Phisalix nimmt als Ausgangsobjekt für den Vorgang des Bisses bei den proteroglyphen Nattern die Arten der Gattung Naia (Brillenschlange) und Verwandte. Hier geht dem Biß eine steile, oft senkrechte Haltung des Vorderkörpers, zu dem der horizontal gehaltene Kopf einen deutlichen Winkel bildet, voraus. Das ist aber in keiner Weise typisch. Es gibt eine ziemliche Anzahl von Schlangen, die den Vorderkörper in gereiztem Zustande aufrichten und doch nicht zu den Elapinen gehören und auch die horizontale scheibenartige Ausbreitung des Vorderkörpers mit Hilfe der langen, seitlich ausgespreizten Rippen dieses Abschnittes ist nicht für die Elapinen, ja nicht einmal für die Brillenschlangen und ihre nächste Verwandtschaft charakteristisch, denn dieselbe Haltung mit Ausbreitung des Halses wird auch bei opisthoglyphen Nattern (Coelopeltis moilensis), bei Aglyphen (Cyclagras gigas) und mit einigen Modifikationen (ballonartige Ausbreitung des Halses: Spilotes pullatus, auch Dispholidus typus; vertikale Ausbreitung der Kehlhaut: Thelotornis kirtlandi) bei verschiedenen Nattern gefunden. Dagegen gibt M. Phisalix richtig an — und dies ist recht charakteristisch für die Elapinen —, daß der Rachen beim Vorstoß auf das Opfer erst im letzten Moment geöffnet wird; mit dem Biß ist, wie nicht bei den Viperiden, ein Einhauen der zu vorderst im Oberkiefer gelegenen Giftzähne verbunden, sondern eher ein Eindrücken, wodurch das Gift viel tiefer in die Wunde eindringen kann, als sonst. Das aus dem Ausführungsgang der Giftdrüse austretende Gift, das bei den Opisthoglyphen teils an der Außenfläche des Giftzahnes, teils aber durch die am Vorderrande gelegene Längsfurche ausfließt, wird bei den Proteroglyphen und Viperiden unter Druck ausgespritzt, und dieser Druck wird, noch bei geschlossenem Rachen, durch die Kontraktion des vorderen Schläfenmuskels ausgeführt, von dem ein Teil als Kompressor der Giftdrüse funktioniert. Diese Kompression der Drüse geschieht von allen Seiten und wird durch die gleichzeitige Zusammenziehung des M. pterygoideus externus, auf dem die Drüse aufruht, noch wirksamer gemacht. Das Gift aus den Drüsenschläuchen, das durch den Ausführungsgang in die Scheide der Giftzähne eintritt, mündet hier mit einer Öffnung, die am Ende eines papillenartigen Vorsprungs

an der Innenseite der Scheide gelegen ist, nahe der Insertion der Giftzähne. Das Danebenfließen des Giftes aus der Öffnung des Ausführungsganges bis zur oberen Öffnung bzw. dem oberen Ende der Giftrinne wird durch die starke Spannung der Wandungen der Scheide verhindert, durch die die untere Öffnung derselben geschlossen, die Papille des Ausführungsganges dicht an die Basis des Zahnes angedrückt wird, genau dort, wo sich die obere Öffnung des Kanals befindet, ohne daß sich die beiden Öffnungen berühren müßten, weil dem Giftsekret von der einen zur anderen eben kein anderer Weg bleibt. M. PHISALIX vergleicht sehr richtig den Vorgang beim Biß der Einführung der Nadel einer Injektionsspritze.

Im allgemeinen zieht sich die Schlange nach dem Biß sofort zurück und wartet dessen Wirkungen ab; selten, bei günstiger Lage, wird sie gar nicht freigelassen und noch während der Todeszuckungen verschlungen.

Das Verschlingen geht bei Elapinen und Viperiden in gleicher Weise wie bei anderen Schlangen vor sich. Die Bewegungen des Oberkiefers sind aber bei ersteren nur nach vorn und hinten möglich, während der sehr stark verkürzte Oberkiefer der Viperiden eine außerordentliche Beweglichkeit auch nach vorn und aufwärts, sowie in seitlicher Richtung besitzt und sogar seitlich nach aufwärts gedreht werden kann, was praktisch deswegen von Wichtigkeit ist, weil die Möglichkeit besteht, von dem Giftzahn einer mit den Fingern am Nacken festgehaltenen Viperide zum mindesten gestreift zu werden. Bei den Elapinen zieht die Bewegung des Oberkiefers auch eine solche des mit ihm verbundenen Gaumenbogens (Palatinpterygoid) mit sich, mit dem er, abgesehen durch seine Gelenkverbindung mit dem Transversum, auch durch ein faseriges Band des M. parieto-palatinus in Verbindung steht, der als Tensor der Zahnscheide dient.

Die außerordentliche Beweglichkeit des Oberkiefers bei den Viperiden hängt mit seiner auffallenden Kürze und mit dem Umstande zusammen, daß der Oberkiefer um seine Artikulation mit dem Präfrontale drehbar ist. Unter dem Druck des durch die Zusammenziehung der Protraktoren des Gaumens nach vorn gezogenen Ektopterygoids (Transversum) wird der Oberkiefer nicht nur aufgerichtet, sondern soweit gedreht, daß der in der Ruhelage mit der Spitze nach hinten dem Gaumen anliegende einzige funktionierende Giftzahn jeder Seite mit der Spitze nicht nur senkrecht zur Längsachse des Schädels, sondern sogar mehr oder weniger weit nach vorn ge-

richtet ist. Bei dieser Gelegenheit wird auch die Scheide des Giftzahnes an den beiden Seiten stark gespannt, und zwar innen mit Hilfe des M. spheno-palatinus, der einen faserigen Fortsatz zu ihr hin entsendet, außen durch den entsprechenden Fortsatz des Ligamentes des M. pterygoideus externus, wodurch die Endpapille des Ausführungsganges der basalen Öffnung des Giftkanals des Zahnes genähert wird.

Schon bei einer aglyphen Natter (Xenodon) ist eine derartige Beweglichkeit des Oberkiefers festgestellt worden; auch die proteroglyphen Giftschlangen der Gattung Dendraspis zeigen dasselbe Verhalten; bei beiden ist der Oberkiefer noch etwas verlängert und steht in der Ruhelage stets horizontal; bei ersterer sind die verlängerten (aber nicht gefurchten) Zähne zu hinterst, bei letzterer aber vorn am Oberkiefer.

Vor dem Biß pflegen die Viperiden den Hals in horizontaler S-förmiger Stellung etwas aufgerichtet zu haben, eventuell, wenn der Angreifer höher steht, wird der Hals mit dem Kopf fast senkrecht aufgerichtet, doch niemals winklig von diesem abgebogen. Nach dem blitzschnell erfolgenden Biß geht die Schlange sofort wieder in die Ruhestellung zurück. Das Vorziehen des Oberkiefers mit dem Giftzahn (denn nicht der Zahn allein, sondern eben der Kiefer mit diesem wird nach vorn gedreht) geschieht durch die Kontraktion des M. sphenopterygoideus und des parieto-pterygoideus. Die Umlegung des Oberkiefers mit dem Giftzahn, die von M. Phisalix mit dem Einschnappen einer Taschenmesserklinge in die Scheide verglichen wird, kann ebenso wie das Vorziehen nur bis zu einem gewissen Grad gehen, wie letztere durch ein (hinteres) Ligament zwischen der Präfrontale und dem Maxillare beschränkt wird, so erstere durch ein zwischen beiden Knochen vorhandenes vorderes Ligament; auf diese Weise wird eine Verletzung der Gaumenhaut durch die Zahnspitze vermieden. Nur bei den Viperiden, bei denen die Kürze des Oberkiefers dessen Umlegung ermöglicht, ist eine derartige Einrichtung vorhanden, während bei den Proteroglyphen der relativ lange Oberkiefer stets horizontal und der Gifthaken fast vertikal bleibt.

Da die Giftzähne bei den Viperiden viel länger sind als bei den Proteroglyphen (besonders lang bei der afrikanischen Gattung Atractaspis), so kann das Gift hier bei den großen Arten bis in die Muskulatur eintreten. Durch den vollständigen Abschluß des

Giftkanals, durch die Elastizität der Gewebe des gebissenen Körperteils, die sich hinter dem herausgezogenen Giftzahn sofort schließen, wird eine vollständige Einschließung des Giftes in der Wunde erzielt, was im Verein zu der sehr fein zugespitzten Form des Zahnes selbst die größte Vollkommenheit bedingt, die bei dem Giftapparat der Schlangen vorkommt.

In den Ausführungsgang gelangt das Drüsensekret durch die Kontraktion der M. temporalis anterior während der Öffnung des Rachens und der Vorschiebung des Gaumens. Es geht durch die Erweiterung des Kanals und tritt in die Zahnscheide wie bei den Proteroglyphen.

Manche Viperiden sind im Begriffe, die Zähne des Gaumens und des Unterkiefers zu reduzieren, wie dies namentlich bei der in mancher Beziehung am extremsten entwickelten Gattung Atractaspis zu beobachten ist. Hier werden die großen Giftzähne auch zum Verschlingen der Beute herangezogen. Die Ausdehnbarkeit des Halses ist bei den Viperiden im Zusammenhange mit der großen Länge des Quadratums, welches beim Schlingen fast horizontal ausgestreckt wird, eine sehr große und kommt derjenigen der Boiden nahe oder gleich. Im allgemeinen kann man die S-förmige Haltung des Halses bei den Viperiden als eine wesentliche Vorbereitung des Bisses betrachten, solange die Schlange sich in Freiheit befindet, also nicht festgehalten wird (in diesem Falle pflegt sie ohne weiteres zu beißen). Vipern, die lang ausgestreckt liegen, nehmen in der Regel erst die Abwehrstellung mit zusammengerolltem Körper und S-förmiger Halspartie an, bevor sie den Kopf vorschnellen.

M. Phisalix lenkt die Aufmerksamkeit auf den Umstand, daß die Viperiden den Rachen öffnen können, ohne daß dabei die Giftzähne aufgerichtet werden, daß demnach die Aufrichtung desselben vom Willen der Schlange abhängt. Das sieht man namentlich beim Gähnen, wobei der Rachen oft sehr weit geöffnet wird, während die Giftzähne trotzdem in ihrer Ruhelage mit nach hinten dem Gaumen genährten Spitzen verbleiben. Ebensowenig muß auch mit dem Aufrichten des Zahnes ein Ausspritzen des Giftes zusammenhängen und andererseits ist es der Schlange möglich, auch bei wenig geöffnetem Rachen die Giftzähne aufzurichten. Alle diese Vorgänge sind daher, wie auch die direkte Beobachtung lehrt, vom Willen des Tieres abhängig.

B. Gewinnung der Schlangengifte.

Wie in der Einleitung bereits erwähnt wurde, sind die Schlangengifte seit den Arbeiten von SEWALL, KAUFMANN, CALMETTE, PHISALIX und BERTRAND als Toxine analog den Bakterientoxinen ausgestattet mit antigenen Eigenschaften erkannt und zur Darstellung antitoxischer Sera verwendet werden.

Das Gift ist ein Sekretionsprodukt der hinter und unter den Augen im Oberkiefer paarig gelegenen ovalen Giftdrüsen, die histologisch wie Speicheldrüsen gebaut sind (Kap. III [Fig. 19, 76]). Beim Biß wird durch Kontraktion des Musculus masseter, der mit der

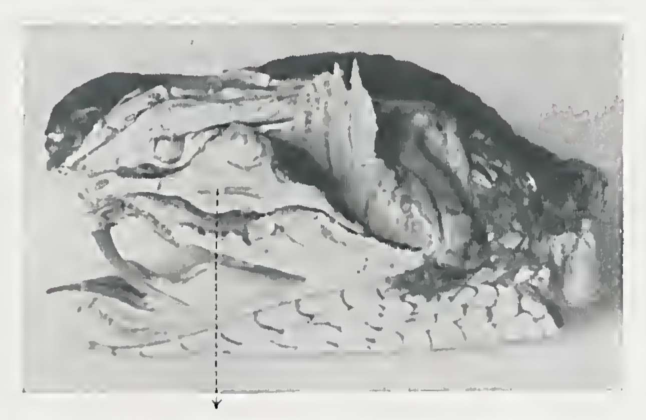


Fig. 76. Giftdrüse mit Ausführungsgang.

fibrösen Kapsel der Drüse verwachsen ist, die Drüse komprimiert und es entleert sich das vorrätige Gift durch den Ausführungsgang in die Giftzähne und so in die Wunde[1]). (Neugeborene Giftschlangen besitzen bereits Gift in ihren Drüsen.)

Zum Zwecke der Gewinnung des antitoxischen Schlangenserums von Pferden ist es notwendig, große Giftmengen zu besitzen. Durch die zu besprechende Organisation stehen den Seruminstituten ständig eine große Anzahl lebender Giftschlangen zur Verfügung, die die Materia prima liefern.

Giftgewinnung: Man kann das Gift am besten von den lebenden Schlangen, kurz nachdem sie dem Institut eingeliefert werden, gewinnen. Der Laborant fixiert mit einem rechtwinklig gebogenen Haken (Fig. 77) oder mit dem Lasso (Fig. 78) den Kopf

1) Über Giftgenese (LAUNOY, LINDEMANN l. c.) s. PHISALIX, S. 404.



Fig. 77.

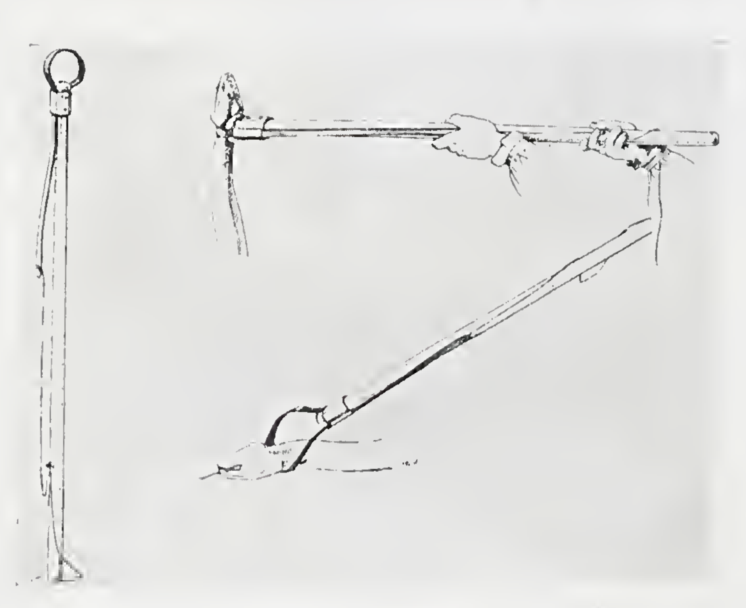


Fig. 78 (nach HOUSSAY).

de Schlange knapp am Übergang in den Hals und nachdem er mit der freien rechten Hand zwischen Daumen und Zeigefinger den Kopf so gepackt und fixiert hat (Fig. 79), (den Haken loslassend), ergreift er mit der linken Hand den Körper. Der Assistent legt mit einer Pinzette die Giftzähne frei und bringt unter dieselben eine Glasschale, in die, nachdem mit der freien Hand die Giftdrüsen massiert werden, das Gift, je nach der Menge, im Strahl oder tropfenweise sich entleert (Fig. 80). Diese Art der Gewinnung ist allen anderen angegebenen (Beißenlassen in einen mit Gummi überzogenen Glastrichter, Wattebausch, Extraktion aus herauspräparierten Giftdrüsen) vorzuziehen. Afranio Amaral beschreibt eine Methode, um ohne Assistenz Gift entnehmen zu können, indem das Glas am Tisch fixiert wird. Die Schlange beißt in ein mit Tuch überspanntes Glas.



Fig. 79. Giftzähne (Crotalus terrificus).

Da die Giftdrüse in eine größere Anzahl von besonderen Abschnitten, die Lobi, zerfällt, die selbst wieder in kleinere Abschnitte, die Lobuli, geteilt sind, so kann das Gift nicht auf einmal entleert werden und sogar, wenn man versucht, die Drüse künstlich durch einen von hinten nach vorn fortschreitenden Druck zu entleeren, ist dies nicht vollkommen möglich und nur durch Wiederholung des Vorganges kann man den größten Teil des Giftes gewinnen. M. Phisalix schlägt vor, die Entnahme des Giftes vom lebenden Tier unter Anästhesie auszuführen, da in diesem Zustande die Menge des gewonnenen Giftes größer ist als im wachen Zustande. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn man nur über ein oder wenige Exemplare verfügt, deren Giftvorrat möglichst ausgenützt

werden soll; wo man über ein großes Material lebender Schlangen verfügt, kann die Auspressung beim wachen Tiere ausgeführt werden.

Sobald die Schlange in der beschriebenen Weise fixiert ist und hinter dem Kopf festgehalten wird, erfolgt die Giftgewinnung im allgemeinen in der Weise, daß man bei der Schlange, wobei der Rachen weit offen und die Giftzähne aufgerichtet sind, Giftdrüsen durch Druck massiert, so daß das Gift durch die Giftzähne in eine untergehaltene Glasschale fließt. Man kann nach 10—14 Tagen diese Prozedur wiederholen und nützt das lebende Material womöglich viel aus, da die Schlangen ein beträchtliches Kapital repräsentieren. Leider gehen die meisten Schlangen nach kurzer Zeit in der Gefangenschaft zugrunde. Die Ursache dafür ist nicht klargestellt. Sicher ist, daß sie spontan in den Seruminstituten fast nicht fressen und mittels künstlicher Fleisch- und Milchfütterung auch nicht am Leben erhalten werden können. Es scheint, daß der bei der Giftentnahme unvermeidliche Druck auf die Halsgegend, gegen den alle Schlangen sehr empfindlich sind, sowie unzweckmäßige Haltung die Ursache des vorzeitigen Todes sind. Dazu kommen die Schleimhautinfektionen der Mundhöhle, die als Folge der Giftentnahme durch Verletzung entstehen.



Fig. 80 (nach VITAL BRAZIL).

Eigenschaften des Giftes: Die Eigenschaften des Schlangengiftes bei den verschiedenen Giftschlangen sind verschieden, abhängig von der Art, Größe, Fütterungszustand, Jahreszeit usw. Nach Angaben verschiedener Autoren liefern verschiedene Schlangenarten folgende Giftmengen:

Art	flüssig in mg	trocken in mg	Autor
Vip. aspis	30—40	10—25	PHISALIX
„ berus	30	10	FETOKTISTOW
Crot. confluentus	370	105	
„ durissus	309	170	
„ adamanteus . . .		179+309	FLEXNER u. NOGUCHI
Vip. Russellii		150—250	LAMP
„ cerastes.	125	85	
Naja tripudians	135	231 (2 Drüsen)	LAMP
„ haje	115	33	CALMETTE
Pseudechis porphyriacus	160	24—46	Mc GAVE SMITH
Hoplocepl. curtus . . .		17—55	
Crot. terrificus	1,0 cc	33	
Lach. jararaca	2 cc	66	
	3	127	CALMETTE
„ alternatus	0,5 cc	165	
„ atrox	0,3	99	
„ jararacucu	1,0	330	
„ Neuwiedii	0,1	33	
„ itapetninngae . .	0,05	15	
„ cotiara	0,4	120	

Aus einer von M. PHISALIX zusammengestellten Tabelle sind die nachstehenden Zahlen entnommen worden. Es wäre vielleicht, um eine weitere Vergleichsbasis zu gewinnen, wichtig, auch das Gewicht der betreffenden Schlange zu kennen, da natürlich, wie bereits angegeben, die Giftmenge auch von der Größe der Schlangen abhängt; diese ist aber leichter nach dem Gewichte als nach der Länge zu ermitteln, wenn es sich um lebende Tiere handelt. —

Die Zahlen (in Milligramm) in der Klammer beziehen sich auf das frische, die nebenstehenden auf das getrocknete Gift:

Cerastes cornutus	(85—125)	19—27
Bothrops atrox (Trimeresurus lanceolatus) . . .	(320)	127
Crotalus confluentus	(370)	105
Notechis scutatus	(65—150)	17—55

Die höchsten Zahlen für getrocknetes Gift stammen von Crotalus adamanteus (179—309), Vipera russellii (150—250) und Naia tripudians (231—254). Dieses sind aber auch Schlangen von bedeutender Größe und es ist anzunehmen, daß bei Umrechnung des Körpergewichtes auf dasjenige etwa von Vipera aspis keine wesentlich verschiedenen Zahlen herauskommen werden.

Die Menge des gewonnenen Giftes ist verschieden nach Art und Größe der Schlange, nach der Größe der Giftdrüsen dem zur Zeit der Giftentnahme vorhandenen Zustande der Schlange, also z. B. ob frisch oder längere Zeit gefangen, ob sie vor kurzem

gebissen hat oder nicht, so daß die Menge des Giftes, die von so vielen versehiedenen Faktoren abhängig ist, immer nur annähernd bestimmt werden kann. Da außerdem das Gift sieh bei versehiedenen Arten in versehiedener Konzentration befindet, die wirksamen Substanzen sich aber aueh im getroekneten Gifte vorfinden, so ist das Gewieht der Troekensubstanz die allein verläßliche Basis für den Vergleieh des Grades der Giftwirkung. Aber aueh die auf Grund der Wirkung des getroekneten Giftes gewonnenen Zahlen sind sehr starken Sehwankungen unterworfen und es besteht aueh die anseheinend noeh nicht in Betraeht gezogene Mögliehkeit geographiseher Versehiedenheiten aueh in dieser Beziehung.

Interessant sind Studien von Vital Brazil über die zeitliehen Sehwankungen, wonaeh in den Sommermonaten die südamerikanisehen Sehlangen mehr Gift produzieren als in den Wintermonaten (s. Tabelle Faust). Aueh Calmette, Phisalix, Houssay besehreiben Ähnliehes.

Wenn man der Schlange das in den Giftdrüsen vorhandene Sekret entnimmt, so wird die frühere Menge während der warmen Jahreszeit im Laufe von 15 Tagen, während der kalten Jahreszeit (Brasilien) etwa innerhalb eines Monats regeneriert. Yamaguti hat auf der Insel Formosa das Gift einmal wöehentlieh ausgedrüekt, wobei die Sehlangen während dieses Zeitraumes einmal gefüttert wurden.

Abgesehen von den oben erwähnten Einflüssen, wirkt auf die Produktion des Giftes das Klima überhaupt ein. Houssay hat bemerkt, daß die argentinisehen Sehlangenarten im allgemeinen weniger Gift liefern als Vital Brazil in Brasilien erhalten hat. Der Fütterungszustand der Sehlange dürfte naeh Yamaguti und Phisalix aueh Einfluß auf die Giftstärke und Giftmenge haben.

Das Gift der Parotisdrüse der aglyphen und opisthoglyphen Nattern, das dureh die hintersten, verlängerten, glatten oder am Vorderrande gefurehten Giftzähne austritt, ist eine rahmartige Flüssigkeit, ohne Gerueh und Geschmaek und gerinnt nieht unter dem Einfluß von Hitze. Dureh Verdampfung gewinnt man einen weißen, amorphen, in absolutem Alkohol unlösliehen Rüekstand, der aber im verdünnten Alkohol, im destillierten Wasser und namentlieh in der Wärme, lösliehist. M. Phisalix hat dureh Mazeration der Drüsen in destilliertem Wasser naeh Filtration eine klare, fadenziehende, neutrale oder sehwaeh alkalisehe Flüssigkeit erhalten, die ebensolehe physiologisehe Wirkung zeigt, wie das sezernierte Gift.

Der durch Druck auf die Giftdrüse von hinten nach vorn aus den Giftzähnen von Proteroglyphen austretende Flüssigkeitstropfen von Gift ist meist klar, farblos, bei manchen Schlangen grau, milchig oder gelblich bis bernsteingelb. Er ist klebrig, breitet sich in einem flachen Gefäß nicht vollkommen aus, sondern bildet gewölbte Tropfen, die schnell eintrocknen. Beim Trocknen hinterläßt jeder Tropfen einen gelben Rückstand wie getrocknetes Serum und spaltet sich leicht in zahllose kleine Plättchen. Im frischen Zustande ist das Gift verschiedener Schlangenarten in der Färbung etwas verschieden, weiß wie bei den aglyphen und opisthoglyphen Colubriden, bei Lachesis lanceolata, meist aber gelb in verschiedenen Nuancen, gold- oder grüngelb bis smaragdgrün. Im normalen Zustande ist es klar, kann aber infolge einer Entzündung der Giftdrüse verändert sein und kann dann Epithelzellen, Leukozyten und sogar Mikroben enthalten.

Es ist von den meisten Autoren als geschmacklos befunden worden, nur Calmette findet das Kobragift etwas bitter; die Angabe von Mead, daß das Schlangengift scharf und ätzend schmecke, ist bisher nicht bestätigt worden. Auch ein Geruch ist am Schlangengift nicht wahrzunehmen und gegenteilige Angaben beziehen sich auf Verwechslung mit dem Eigengeruch der betreffenden Schlange.

In destilliertem Wasser, physiologischer Kochsalzlösung ist das Gift zum Teil löslich auch wenn es vorher getrocknet war.

Im Wasser gelöstes Gift stellt eine opaleszierende Flüssigkeit dar, die beim Stehen einen Niederschlag auffallen läßt, welcher aus Eiweiß oder eiweißhaltigen Stoffen, Mucin und Epithelzellentrümmern besteht.

Die Reaktion des Viperidengiftes ist ausgesprochen sauer; weniger bei den Colubriden, sie kann aber auch neutral sein; eine alkalische Reaktion gibt es im normalen Zustande nicht; die saure Reaktion wird dem Vorhandensein einer freien Säure zugeschrieben, doch ist darüber nichts weiter bekannt.

Beim Schütteln schäumt die Giftlösung stark. Unter der Einwirkung von Bakterien, beim Faulen zersetzt sich das Gift.

Einfluß chem.-physik. Faktoren: Gegen thermische Einflüsse verhalten sich die Gifte verschieden. Die Collubridengifte sind resistenter und widerstehen Temperaturen von 100°, wogegen die Vipergifte schon bei 70—80° abgeschwächt werden. Wenn man Colubridengift auf 75° erhitzt, so bleibt durch Aus-

fällung der Eiweißkörper im Filtrat das Gift erhalten und läßt sich mittels Alkohol usw. gewinnen.

Der Einfluß chemischer Substanzen wurde hauptsächlich dahin studiert, um einen wirksamen chemischen Körper zu finden, der nicht bloß in vitro, sondern auch im Organismus das eingedrungene Gift zu schädigen imstande wäre. Eine große Reihe von Mitteln wurde gefunden, die zwar in vitro das Gift zerstören, im Organismus doch haben alle bis jetzt versagt. So z. B. vermögen Cl, $Ca(ClO)_3$, Cr, Br, J, JCl_3, $KMNO_4$ (1%) Gift in vitro abzuschwächen und zu zerstören. Hier wären auch die schönen Versuche von Morgenroth über Salzsäuremodifikationen der Schlangengifte anzuführen. (Mit Rücksicht auf die neueren Arbeiten von Hallauer sei erwähnt, daß Morgenroth mit den atoxischen Hämotoxinen Antihämotoxine immunisatorisch erzeugen konnte, nicht aber mit der Salzsäuremodifikation der Hämorrhagine.) Aber auch die lokale Anwendung von $Ca(ClO)_3$, $AuCl_3$ 1% (Calmette), $KMNO_4$ (Lacerdo) ist unsicher. (Ausführliches darüber s. Phisalix, S. 478.) Licht, Elektrolyse, photodynamische Stoffe (Noguchi), ultraviolette Strahlen (Massol), Radium (Phisalix) schwächen das Gift ab. Bei natürlichen Vergiftungen und experimenteller Prüfung haben aber bisher alle chemischen Präparate versagt, so daß von einer Chemotherapie der Schlangenvergiftung heute noch keine Rede sein kann.

Das Verhalten einer 10%igen Giftlösung zu höheren Temperaturen ist bei verschiedenen Schlangenarten verschieden, wie aus der unten angeführten Tabelle ersichtlich ist (V. Brazil).

Schlangenart	Temperatur, bei welcher das Gift gerinnt	Temperatur, bei welcher das Gift seine Wirksamkeit einbüßt
Lachesis mutus	65° C	120° C
Lachesis atrox	65° C	70° C
Crotalus terrificus	80° C	110° C
Lachesis neuwiedii	95° C	80° C
Lachesis lanceolatus	100° C	70° C
Lachesis jararacucu	110° C	110° C
Elaps frontalis	100° C	100° C
Lachesis itapetiningae	gerinnt nicht beim	110° C
Lachesis alternatus	Erhitzen auf 134°	65° C

Das Viperidengift gerinnt, nach Calmette, bei 72°, wobei weder das Albumingerinnsel noch die abfiltrierte Flüssigkeit giftig sind.

Die einzelnen Bestandteile des Schlangengiftes weisen eine verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperatur auf. Daher konnten C. Phisalix und Bertrand die toxischen Bestandteile des Viperngiftes von dessen vakzinierendem Bestandteil absondern.

Bekannt ist, daß bei älteren Tieren das Gift vom Magen-Darm-Kanal unwirksam ist, nur bei Neugeborenen wirkt es stomachal. Die daraufhin gemachten Untersuchungen ergaben, daß Ptyalin, Pepsin, Trypsin (Flexner und Noguchi), Pankreassaft (Kanthack) und Galle das Gift zerstören (Fraser, Wehrmann).

C. Natur der Schlangengifte.

Die flüssigen Gifte sind schwach sauer, wasserlöslich, vom spezifischen Gewicht 1030—1077 und bestehen aus einem Gemisch von Fermenten, Eiweißkörpern, Schleim, Fett, Salzen und 65—80% Wasser. Die Analyse ergab C, N, S, As, H.

So wie man bemüht ist, die chemische Natur der bakteriellen Toxine — leider bis heute erfolglos — zu ergründen, so hat man versucht, die Schlangengifte chemisch zu erfassen. Seit Lucien Bonaparte, später Weir Mitchell und Reichert, C. J. Martin und McGarvie Smith liegen in der Literatur darüber Arbeiten vor. Diese Autoren mußten sich damit begnügen, festzustellen, daß diese Gifte als Eiweißkörper, Peptone und Albumosen anzusehen sind. In einer anderen Richtung bewegen sich die Arbeiten aus der Schule Ehrlich von Preston Kyes, Kyes und Sachs über Lecithide.

Wichtige Ergebnisse hatten die Untersuchungen von Wolfenden über das Gift indischer Schlangen; er widerlegt die Angaben von Blytte über das Vorkommen einer Säure im Kobragift und stellt fest, daß die Giftigkeit des Kobragiftes nur auf den Proteinsubstanzen beruht. Er stellt durch Fällung mit Magnesiumsulfat drei verschiedene Proteine dar. Spuren von Pepton lassen sich in der zurückbleibenden Flüssigkeit erkennen. Im Gift von Daboia (Vipera) russellii sind dieselben Stoffe, mit Ausnahme des Peptons, vorhanden.

Während Wolfenden annahm, daß die Wirkungen der Injektion des Globulins (bei Ratten schwere lokale Wirkungen, Brandigwerden der Gewebe, Blutaustritte, schließlich Tod infolge Atmungsstörungen) auf das Globulin allein zurückzuführen seien, hat sich herausgestellt, daß auch eine diastaseähnliche Substanz vorhanden ist, die die lokalen Schädigungen hervorruft. Kanthack

fand, daß das aus dem Kobragift isolierte Protein eine primäre Albumose ist und daß ersteres nur eine unbedeutende Menge von Globulin enthält. Das Globulin-Venom WEIR-MITCHELLS ist ihm zufolge nur ein Derivat der Protoalbumose des gleichen Giftes. Durch Hitze wird diese giftige Albumose in eine nicht giftige Heteralbumose und Dysalbumose verwandelt.

Das Gift von Pseudechis porphyriacus wurde zuerst von MARTIN und MC GANRI SMITH untersucht, später von MARTIN mit verbesserten Methoden; es ergab sich, daß es ein bei 82° koagulierendes Protein und ein nicht koagulierendes Albumin enthält; ersteres hat hämorrhagische Wirkung, letzteres wirkt toxisch auf die Atemzentren.

FAUST schließt auch die Fermente aus, indem er meint, daß Fermente durch Erhitzen zerstört werden und weiter daß die Wirksamkeit der Gifte in einem direkten Verhältnis zur Menge steht. Wohl enthält das Gift proteolytische, diastatische, lipolytische Fermente, die aber mit dem Gift direkt keinen Zusammenhang haben.

DELEZENNE hat im Schlangengift eine ziemlich große Menge von Zink gefunden. Im Trockenrückstand des Kobragiftes beträgt der Gehalt an Zink 15% des gesamten Gewichtes der im Gifte enthaltenen Mineralstoffe. Der Erfolg der weiteren Untersuchungen über die Beschaffenheit des Schlangengiftes steht in engem Zusammenhang mit den Erfolgen der Kolloidalchemie und der Chemie der Eiweißstoffe.

Da genaue chemische Kenntnisse über die Natur des Schlangengiftes, bzw. seiner aktiven Bestandteile bisher nicht vorliegen, so versuchte C. PHISALIX, diese Bestandteile nach den von ihnen hervorgerufenen Symptomen zu kennzeichnen, und zwar von der Erwägung ausgehend, daß, wenn eine aus dem Gift extrahierte Substanz nur einen Teil des gewöhnlichen Symptomenkomplexes einer Vergiftung hervorruft, und wenn andererseits das Gift selbst unter verändernden Einflüssen die Fähigkeit verliert, dieselben Symptome hervorzurufen, man daraus schließen kann, daß im Gifte ein aktives Prinzip vorhanden ist, dessen Eigenschaften mit bestimmten und beständigen chemischen Eigenschaften in Korrelation stehen, wenn diese auch noch ungenügend bekannt sind.

Nach den physiologischen Wirkungen unterschied C. PHISALIX nur drei hauptsächliche Substanzen im Vipergift, die er als Echidnase, Echidnotoxin und Echidnovakzin bezeichnete.

Die Echidnase, welche durch Kochen des Giftes oder durch Zusatz verschiedener chemischer Agentien, wie Jod, Chromsäure, zerstört wird, ist das Prinzip, welches die lokalen Erscheinungen hervorruft. Wenn es isoliert dargestellt wird, ruft es an der Stelle, wo es injiziert wird, ein hämorrhagisches Ödem, hierauf Nekrose der Haut und der Gewebe hervor.

Das Echidnotoxin (Neurotoxin) ist diejenige Substanz im Schlangengift, welche, wie der Name ausdrückt, die schweren, oft tödlichen Vergiftungen bedingt. Durch sekundenlanges Kochen erhält man es isoliert, da die beiden anderen

Substanzen dadurch zerstört werden. Was schließlich das Echidnovakzin anbelangt, so wird durch Einwirkung einer Temperatur von 80° durch 5 Minuten oder von 75° durch 15 Minuten sowohl Echidnase wie Echidnotoxin vollständig zerstört.

Man kann diese Erscheinung entweder so auffassen, wie es vorhin geschehen ist, daß durch die Erhitzung die beiden anderen Stoffe zerstört werden und nur das Vakzin übrig bleibt oder aber, daß das Vakzin durch die Erhitzung aus diesem entstanden ist. Die Richtigkeit der ersten Anschauung ist aber auf biologischem Wege dadurch erbracht worden, daß es sich zeigte, daß das Gift Vipern, die im Frühling in der Auvergne gefangen worden waren, zwar die normalen Symptome der Vergiftung verursachten, daß es aber nach Erhitzung keine vakzinierende Wirkung zeigte, während das Gift von im Oktober gesammelten Exemplaren aus derselben Gegend die Eigenschaft hatte, Echidnovakzin zu entwickeln.

Als Eigenschaften dieser drei Bestandteile des Viperngiftes können also angegeben werden:

Für das Echidnotoxin: Filtration und Dialyse langsam vor sich gehend; Niederschlag durch Alkohol, verändert sich durch wiederholte Fällung; widersteht sehr kurz dauerndem Kochen; physiologische Wirkung Hyperthermie, Sinken des Blutdruckes; Lähmung.

Für das Echidnovakzin: Filtration und Dialyse schneller; löst sich teilweise in Alkohol; widersteht einer sehr kurzen Erwärmung auf 80°; Wirkung Hyperthermie, vakzinierend.

Für die Echidnase: Nicht filtrierbar und keine Dialyse; fällbar durch Alkohol, durch wiederholte Fällung isolierbar; durch Kochen zerstört; Wirkung lokal: Hämorrhagie, Hämolyse, Zytolyse.

Ophio-Crotalo-Toxin E. Faust.

So war der Stand der Frage nach der Natur der Schlangengifte, als Faust im Jahre 1907 in einer Arbeit, betitelt: Über das Ophiotoxin aus dem Gifte der ostindischen Brillenschlange, mitgeteilt hat, daß es ihm gelungen sei, das Kobragift stickstoff-, schwefel-, phosphorfrei chemisch rein darzustellen und dessen Formel $C_{17}H_{26}O_{10}$ zu ermitteln.

Bezüglich der Details der Darstellung muß auf die Originalarbeiten von Faust hingewiesen werden. Mittels Erhitzung und dem von Schmiedeberg angegebenen Kupferalkaliverfahren erhält Faust einen Kupferniederschlag, den man umfällt, um ihn dann mittels H_2S von Cu zu befreien.

Zur Vermeidung von Verlusten hat Faust ein weiteres Verfahren ausgearbeitet, in dem er den Kupferniederschlag mit salzsaurem Alkohol zerlegt und einen flockigen Niederschlag gewinnt, in dem das Ophiotoxin enthalten ist; durch Auflösung in Wasser

gewinnt er einen giftigen eiweißfreien Körper, das Ophiotoxin, welches beim Kaninchen und Frosch so wirkt, wie natürliches Gift, nur quantitativ verschieden. Das Ophiotoxin enthält keinen N und dialysiert nicht.

Ein drittes Verfahren ist folgendes:

Durch Erhitzung werden die Eiweißkörper gefällt. Das thermoresistente Gift ist im Filtrat enthalten. Nach Dialyse wird die Flüssigkeit auf 50 ccm eingedampft, mit Metaphosphorsäure versetzt und die vom Niederschlag befreite Flüssigkeit mit Alkohol behandelt, wobei das Gift ausfällt. Der Niederschlag wird im Vakuum getrocknet.

Die analysenfertige Substanz stellt ein amorphes Pulver dar und löst sich langsam in Wasser, schwerer in Alkohol und Äther. Die wässerige Lösung ist schwach sauer und läßt sich mittels Ammonsulfat fällen. Injiziert man Kaninchen (pro Kilogramm) 0,085 bis 0,1 mg Ophiotoxin intravenös, so beobachtet man nach 15—20 Minuten Veränderung der Respiration, es treten Lähmungserscheinungen auf, das Tier liegt mit gespreizten Beinen, es kommt nach 50—60 Minuten zum Stillstand der Respiration und der Tod tritt ein. Beim Hund ist die letale Dosis 0,1—0,15 mg, nach 40—50 Minuten.

Diese Erscheinungen stimmen nach Faust mit dem Bilde der natürlichen und experimentellen Vergiftung.

Bei subkutaner Injektion ist die 30—40 fach tödliche Dosis derjenigen Menge, die bei intravenöser Injektion wirksam ist, notwendig. Die lokale Wirkung sowie diejenige auf das Blut, die Faust als Nebenwirkung ansieht, vermag Ophiotoxin nicht deutlich zu zeigen.

In gleicher Weise hat Faust im Jahre 1911 aus dem Gift der nordamerikanischen Klapperschlange, Crotalus adamanteus, das Crotalotoxin, ein eiweißfreies Gift, gewonnen, mit der Zusammensetzung $C_{17}H_{26}O_{10} + \frac{1}{2} H_2O$, welches sich auch physiologisch vom Ophiotoxin unterscheidet. Das Gift wirkt nicht bloß auf die Respiration, sondern auch lokal.

Nach der Auffassung von Faust sind die von verschiedenen Autoren im nativen Gift als besondere Gifte nachgewiesenen Komponenten, wie Neurotoxin, Hämotoxin, Hämorrhagin, Cytolysin, als identisch anzusehen und auch identisch mit dem Crotalotoxin.

Nach Faust gehört das Ophiotoxin zu derjenigen Gruppe von Giften, zu welcher eine Reihe anderer tierischer Gifte, wie z. B. das Bufotalin (Faust), Bienengift (Flury), Gallensäure (Faust),

auch gehören und die als Saponine, Sapotoxine bei Pflanzen seit langem bekannt sind.

Daß es Faust gelungen ist, aus Schlangengift chemisch charakteristische Stoffe giftiger Natur darzustellen, ist sicher ein großes Verdienst. Es fragt sich nur, ob die Identität mit dem natürlichen Gift vollkommen erwiesen ist und ob man das Ophio- und Crotalotoxin als Toxin im Sinne der Immunologie auffassen darf.

Diese chemisch dargestellten Gifte unterscheiden sich nämlich biologisch von den natürlichen. Prinzipiell ist hervorzuheben, daß die kardinalen Eigenschaften der Toxine, das antigene Vermögen und die spezifische Bindungsfähigkeit weder beim chemisch reinen Ophio- noch beim Crotalotoxin nachgewiesen worden sind, so daß deren Toxincharakter fraglich erscheint.

Es ist ja wohl möglich, daß diesen chemisch reinen Giften, die den Sapotoxinen angehören sollen, die antigene Eigenschaft fehlen kann und daß sie trotzdem Toxine sein könnten. E. P. Pick, Sachs meinen, daß durch Paarung an Eiweißstoffe verschiedene sowohl in funktioneller als auch physikalisch-chemischer Hinsicht differenzierte Komplexe resultieren Lecithide. Es sei weiter auf die sogenannte Haptene Landsteiners hingewiesen (Eiweißlipoidverbindungen). In diesem Sinne wäre vielleicht an eine Analogie zu den heterogenetischen Antigenen zu denken. Der Nachweis aber dafür wäre erst zu erbringen.

v. Dungern und Coca konnten Kobragifte mittels Adsorption an Blutkörperchen, Maria Catan-Houssay mittels Tierkohle in zwei Komponenten zerlegen. Ebenso scheinen Versuche von Bang und Overton dafür zu sprechen, daß die toxischen Komponenten von den antigenen verschieden sein können. Daher wäre es wohl möglich, daß durch chemische Eingriffe das Gift in eine giftige und in eine zweite antigene Komponente zerlegt werden könnte, wobei die letztere, die labilere, zerstört werden dürfte. Immerhin müßten aber erst weitere Untersuchungen in dieser Richtung fortgesetzt werden, um diese Theorie (Bang) zu stützen[1]).

---

1) Faust sowie neuerdings Flury vertreten auf Grund ihrer Untersuchungsergebnisse den Standpunkt, daß eine scharfe Trennung zwischen den Toxinen und den chemisch bekannten Giften tierischen Ursprungs keine Berechtigung habe. Flury meint, daß mit der fortschreitenden Reinigung des wirksamen Agens von den nichtgiftigen Begleitstoffen, vor allem vom Eiweiß, nicht nur seine Toxizität, sondern auch seine antigenen Eigenschaften eine zunehmende Einbuße erleiden, und daß dem physikalischen Zustand der Gifte eine ausschlaggebende Bedeutung

Die Entscheidung über die chemische Natur der Schlangengifte als Toxin dürfte auch den Weg frei machen für die Erforschung der Natur bakterieller Toxine. Wenn es wirklich gelingen sollte, diese noch klaffende Lücke zu ergänzen, dann erst würden sich vielleicht in absehbarer Zeit die Worte E. FAUSTS erfüllen, „daß das aufklärende Licht der Wissenschaft auch über dem bisher sehr dunklen Gebiet der Bakteriengifte erstrahlen wird".

In dieser Richtung sind auch die von FAUST mitgeteilten Versuche über Immunisierung mit Sapotoxin sehr bemerkenswert. Es soll ihm gelungen sein, mit Sapotoxinen (Saponaria officinalis und Agrostemma) bei Ziegen und Hunden aktive Immunität gegen Kobragift zu erzeugen und mit Serum dieser Tiere in vivo und vitro Kobragift zu neutralisieren. Diese Versuche sind außerordentlich interessant, sind aber mit Rücksicht auf die älteren Versuche von POHL und die gegenteiligen Angaben von BASHFORD, BESREDKA mit größter Vorsicht anzusehen. Schon die Tatsache der Möglichkeit, mit chemisch definierten Substanzen, wie sie die Sapotoxine sind, zu immunisieren, widerspricht allen unseren Kenntnissen über das antigene Vermögen der Toxine. Weiter aber ist die Feststellung, daß die mit Sapotoxin (pflanzlichen Ursprungs) aktiv immunisierten Tiere auch gegen Kobragift immun geworden sind und ihr Serum giftneutralisierende Eigenschaften für Schlangengift besitzt, einzig dastehend in der Immunitätslehre.

Es ist überaus wünschenswert, daß diese von FAUST mitgeteilten Befunde einwandfrei nachgeprüft werden, da sie, wenn sie bestätigt werden würden, imstande sein könnten, unsere Kenntnisse über Toxine wesentlich zu fördern.

D. Toxoide der Schlangentoxine.

Die von KYES und SACHS gewonnenen Salzsäuremodifikationen des Kobragiftes haben mit Toxoiden nichts zu tun, sie sind in Analogie zu setzen mit den Salzsäuremodifikationen des Diphtherie-

beim Zustandekommen der toxischen und der antigenen Wirkungen zukommt. Danach wäre die durch die Kombination der wirksamen Substanzen mit an sich ungiftigen Verbindungen bedingte kolloidale Natur der in den nativen Giften enthaltenen Komplexe für den gesteigerten Effekt verantwortlich zu machen. Da es FLURY gelungen ist, bei Versuchstieren eine gewisse Gewöhnung an derartige rein dargestellte Sapotoxine zu erzielen, glaubt er, daß zwischen den typischen Toxinen und den chemisch genauer bekannten Giftstoffen, dementsprechend auch zwischen der antitoxischen Immunität und der einfachen Giftgewöhnung, fließende Übergänge bestehen.

toxins. Die aktive Schutzimpfung mittels eines Toxin-Antitoxin-Gemisches, wie es z. B. das von A. T. BEHRING ist, dürfte großen Schwierigkeiten begegnen, weil auch hier die Gefahr der Dissoziation besteht. Den Nachweis der Dissoziationsfähigkeit über das Verhalten von Kobragift und Antitoxine bei der Gelatinefiltration haben die Versuche von MARTIN und CHERRY erbracht. MORGENROTH konnte in Versuchen, die für die Toxin-Antitoxin-Lehre als grundlegend bezeichnet werden müssen, zeigen, daß auch lange Zeit gelagerte und derart verfestigte Toxin-Antitoxin-Verbindungen durch gewisse Eingriffe noch getrennt werden können. MORGENROTH gelang es nachzuweisen, daß längere Zeit (7 Tage) gelagerte neutralisierte oder sogar überneutralisierte Gemische von Kobragift und Antitoxin durch Salzsäureeinwirkung gespalten werden, und daß derart das Toxin wiederzugewinnen ist.

Die derart endgültig erwiesene Möglichkeit der Wiedergewinnung des Toxins (und ebenso unter geeigneten Bedingungen des Antitoxins) aus Toxin-Antitoxin-Gemischen ist nach dem heutigen Stand der Kenntnisse auf ein Prinzip zurückzuführen, das Gültigkeit für die Antikörperreaktionen im allgemeinen beanspruchen darf.

Daß die gleichen Bedingungen wie für die hämolytischen Komplemente auch für das Kobraneurotoxin und seine Antitoxinverbindung Geltungsbereich beanspruchen können, hat SCAFFIDI gezeigt.

Das Problem der aktiven Immunisierung gegen Schlangengifte mittels Toxoid hätte in den Ländern, wo zahlreiche Todesfälle infolge Schlangenbissen vorkommen (Indien, Brasilien), wo insbesondere auch zahlreiche Haustiere den Schlangenbissen zum Opfer fallen, auch jetzt noch, trotz der ausgezeichneten Resultate der Serumbehandlung noch immer große Bedeutung. Versuche zur Herstellung von Schlangentoxoiden liegen in der Literatur vor (CALMETTE, PHISALIX und BERTRAND, MYERS, FLEXNER und NOGUCHI, MADSEN und NOGUCHI, ISHIZAKA, MORGENROTH und PANE). Die Toxoidbildung, wobei JCl_3 (FLEXNER), höhere Temperatur (CALMETTE), $CHCl_3$ (ISHIZAKA) angewendet wurden, betraf aber nur Hämotoxine und Neurotoxine, nicht aber die Hämorrhagine der Schlangengifte. ISHIZAKA hat mit durch $CHCl_3$, H_2S, $C_2H_4O_2$ behandeltes Gift der Lachesis flavorescens Hämorrhagin entgiftet und damit wirksames antihämorrhagisches Serum gewonnen. Durch eigene Versuche konnte MYERS auch zur Annahme von Toxoiden im nativen Kobragift gelangen. In diesem Zusammenhang sei auf die reversiblen Serummodifikationen (Hämotoxin)

der Schlangengifte nach MORGENROTH und PANE hingewiesen. Allerdings sind diese ungiftigen Modifikationen nach den neueren Untersuchungen von HALLAUER an bakteriellen Toxinen nicht mit Toxoiden zu identifizieren, die ihre Bindungsfähigkeit und ihre antigenen Funktionen beibehalten.

KRAUS, BÄCHER und LÖWENSTEIN haben mit Formalin (0,5—1%) analog den Tetanus-Diphtherie-Toxoiden (Anatoxin Ramon) das Gift von Lachesis jararaca (lanceolata) so atoxisch gemacht, daß es in 2,5—10fach tödlicher Dosis, subkutan injiziert, bei Meerschweinchen keinen Tod verursachte, wohl aber mehr oder weniger schwere lokale Erscheinungen (Infiltrationen bis zu umfangreichen Hautnekrosen). Eine vollständige Entgiftung, namentlich die der hämorrhagischen Komponenten des Giftes, war sonach nicht erzielt worden. Diese Tiere überlebten und wurden nach 6—8 Wochen auf Immunität geprüft. Es zeigte sich, daß die Tiere nunmehr die subkutane Injektion der sicher tödlichen einfachen Dosis letalis des unbehandelten Giftes vertragen und überleben, jedoch noch lokale Erscheinungen aufweisen. Bei direkter Einverleibung des Giftes in die Blutbahn gingen die Tiere aber akut zugrunde (Anaphylaxie?).

Die Frage nach der Toxoidbildung bei Schlangengiften ist heute noch nicht so weit gelöst wie beim Diphtherie- und Tetanustoxin. Wie gesagt, hätte die aktive Immunisierung gegen Schlangenbisse in den tropischen Ländern mittels Toxoide eine ebensolche Bedeutung wie diejenige gegen Diphtherie.

E. Allgemeines über Symptomatologie der Vergiftung.

Einmal der Toxincharakter der Schlangengifte erkannt, ging man weiter daran, mittels der für bakterielle Toxine ausgearbeiteten biologischen Methoden auch die Wirkung dieser chemisch unbekannten Gifte in vivo und vitro zu analysieren[1]. Die Wirkung eines Giftes auf eine bestimmte Tierart wird dadurch bestimmt, daß man das Gewicht des Giftes, welches noch imstande ist, den Tod des betreffenden Tieres herbeizuführen, feststellt.

Es zeigte sich, daß diesen Toxinen sowie den bakteriellen spezifische zyto- und organotrope Wirkung zukommen, so daß be-

1) Die Schlangengifte vermögen zum Unterschied von den meisten bakteriellen Toxinen (Diphtherie, Tetanus, Dysenterie), mit Ausnahme der Vibrionentoxine (El Tor, KRAUS) und einzelner Anaerobentoxine, nach intravenöser Einverleibung akut, ohne Inkubationsstadium, den Tod der Tiere zu verursachen.



Fig. 81. Biß in die Schnauze durch Lachesis Jararaca.



Fig. 82. Bisse durch Lachesisarten.

stimmte Organe betroffen werden, wie z. B. das Zentralnervensystem, Blutkörperchen und des Blutes usw., deren Veränderungen und Schädigungen experimentell, histologisch, biologisch in vivo und vitro sich nachweisen lassen. Die Vergiftungen, bedingt durch Bisse der Colubriden oder Viperiden, sind nicht gleichartig. Es liegen seit langem eine Reihe von genauen Beschreibungen



Fig. 83. Biß ins Bein (Hund) durch Lachesis Jararaca (CONTROL).

des klinischen Verlaufes der Vergiftung nach Biß bei Menschen vor, die derjenigen bei der experimentellen Vergiftung gewonnenen entsprechen (PHISALIX, S. 523).

Der Biß der Colubriden (z. B. Naja tripudians) macht lokal nur geringgradige Erscheinungen, die Stelle ist wenig schmerzhaft und nach kurzer Zeit tritt Unruhe ein; anfangs ist der Puls beschleunigt, später tritt Verlangsamung, Schwäche der Beine und Paralyse

auf; die Respiration ist verlangsamt, Atemnot macht sich geltend und infolge von Respirationslähmung tritt der Tod im Koma nach einigen Stunden ein.

Der Biß der Viperidae (Fig. 81—84) hat zunächst heftige Schmerzhaftigkeit, lokale Anschwellung, blutige Infiltration und Ödem zur Folge, es kommt dann zu allgemeinen Erscheinungen, wie Erbrechen, Diarrhöen, Blutung aus Schleimhäuten. Die Heilung erfolgt langsamer als nach Biß der Kobra. Der Biß der Crotalus terrificus hat lokal keine besondere Reaktion zur Folge, hauptsächlich machen sich Lähmungen geltend.

Die Erscheinungen der Vergiftungen im allgemeinen, ihr rasches Auftreten, Verlauf, Ausgang hängen mit der einverleibten Menge,



Fig. 84. Biß durch Crotalus terrificus (Lähmungserscheinungen).

Giftigkeit, Ort des Bisses, Eindringen in die Zirkulation usw. zusammen.

Die intakte Haut und Schleimhaut resorbieren das Gift fast gar nicht. Bei innerlicher Verabreichung ist das Kobragift nicht gefährlich, während das Viperngift eine heftige Entzündung der Schleimhaut und Blutergüsse im Magendarmkanal hervorruft.

Breton und Massol haben gefunden, daß junge Meerschweinchen gegen das in den Darmkanal eingeführte Kobragift empfindlich sind; sie sterben, während erwachsene Tiere unter den gleichen Bedingungen zehn subkutane Injektionen letaler Dosen desselben Toxins vertragen. Überhaupt resorbiert der Darm junger Säugetiere gut das Schlangengift, und sie gehen an Dosen zugrunde, welche nur sehr wenig die subkutane letale Dosis übertreffen.

Als Wirkung des Naiagiftes auf das Auge erweist sich zuerst ein heftiger Schmerz, darauffolgend eitrige Entzündung und teil-

weise oder völlige Erblindung. Oft erfolgt nach teilweisem Wiederauftreten des Augenlichtes neuerliche plötzliche Erblindung nach 1—2 Monaten, wobei die Hornhaut einen weißlich opalisierenden Belag aufweist. Versuche, die Koch und Sachs mit Naia nigricollis im Berliner Aquarium ausführten, wobei sich zeigte, daß wie Sepedon (Merremia) auch Naia nur im Anfang ihrer Gefangenschaft zum Giftspeien zu bewegen waren, bestätigten die Angaben von Fitz-Simmons. Das Sekret der Naia einem 500 g schweren Kaninchen auf die Hornhaut des Auges gebracht, veranlaßte ersteres, nach wenigen Minuten die Augen zu putzen, einen Tag später war das Auge mit einer dicken, zähen, pseudodiphtheritischen Membran überzogen; nach weiteren Tagen tränte das Auge stark, die Membrane war grünlich verschorft, das Kaninchen fraß und trank normal. Nach 2 Monaten war die Hornhaut in ein großes, narbiges Leukom verwandelt, die Iris mit der hinteren Hornhautoberfläche verwachsen. Keine Pupillenreaktion; das Tier war auf dem vergifteten Auge völlig erblindet.

Die Resorptionsfähigkeit der Gifte ist nach V. Brazil verschieden, je nach der Schlangenart und der Eintrittspforte.

Schlangenart	Minimale Dosis des Schlangengiftes pro 1 kg Körpergewicht des Kaninchens bei der Injektion	
	in die Venen	in die Muskeln
Lachesis itapetiningae	0,300 mg	12,000 mg
Lachesis atrox	0,070 ,,	8,000 ,,
Lachesis neuwiedii	0,100 ,,	5,000 ,,
Lachesis jararacucu	0,300 ,,	3,000 ,,
Lachesis muta	0,000 ,,	5,000 ,,
Crotalus terrificus	3,250 ,,	1,000 ,,
Elaps frontalis	0,500 ,,	0,700 ,,

Das Gift von Elaps frontalis ist bei intramuskulärer und intravenöser Injektion quantitativ fast gleich wirksam (die entsprechenden letalen Dosen des Giftes des Elaps frontalis betragen 0,700 und 0,500 mg).

1. Biologisch-experimentelle Analyse der Schlangengifte.

Arthus, der sich mit der experimentellen Erforschung der Schlangengifte viel beschäftigt hat, konnte zeigen, daß bei der Vergiftung durch Gifte der Naja tripudians, Naja bungarus, Naja haje Respirationsstörungen, Verlangsamung und Stillstand der Atmung

eintritt. Die hauptsächliche Giftwirkung betrifft die peripheren Nervenendigungen und ist der Curarewirkung zu analogisieren.

Nach Arthus gibt es 3 Typen der Giftwirkungen. Die hier angeführten Erscheinungen mit Giften der Colubriden stellen den 1. Typ dar, bei dem die curaresierende Giftwirkung im Vordergrund steht. Zum 2. Typ gehören die Gifte der Crotalinae, welche hauptsächlich aufs Vasomotorenzentrum und die Gefäße wirken. Die Blutdrucksenkung steht im Vordergrund der Vergiftungserscheinungen. Der 3. Typ ist eine Kombination beider vorhergehender Typen. Bei fast allen Colubriden ist das Vergiftungsbild durch Neurotoxine bedingt. Im Viperngift ist nur wenig Neurotoxin vorhanden, die Vergiftung ist vorwiegend durch koagulierende und hämolytische Toxine (Hämorrhagine) bedingt.

Die zytolytische Wirkung des Giftes der Kobra, des Ancistrodon, Crotalus, der Vipera Russelli und Lachesis flavoviridis wurde mit Zellen verschiedener Organe der Warmblüter untersucht. Die stärkste Wirkung auf die Zellen der Leber, der Nieren und der Milz beim Menschen, Hunde, Kaninchen und der Ratte, übt das Gift der Vipern, des Ancistrodon und der Kobra aus. Das Gift des Crotalus ist in dieser Beziehung weniger wirksam. Die Nervenzellen, Spermatozoen, die Eier der Fische, Frösche, Gliederfüßer, Würmer und Stachelhäuter reagieren am stärksten auf das Gift der Kobra, darauf folgt das Gift des Ancistrodon und Crotalus. Die Zytolysine halten in trockenem Zustande das Erhitzen bei 100° im Laufe ½ Stunde aus (Flexner, Noguchi).

2. Neurotoxine.

Daß Neurotoxine als eine besondere Art der Gifte anzusehen sein und mit den zu besprechenden Hämolysinen, Hämorrhaginen, Koagulinen der Viperidae nicht zu identifizieren sein dürften, dafür sprechen eine Reihe darauf gerichteter Untersuchungen von Flexner und Noguchi, Phisalix, Noc, Kyes, Ishizaka, Martin, Bang und Overton u. a. So z. B. konnte gezeigt werden, daß die Hämolysine weniger widerstandsfähig sind gegenüber der peptischen Verdauung und höheren Temperaturen als Neurotoxine. Die Neurotoxine sind nicht dialysabel, wohl aber die Hämolysine. Mittels Ausschütteln der wässerigen Kobragiftlösung in Chloroformlezithin konnte Kyes auch Neurotoxin vom Kobralezithid trennen. Flexner und Noguchi konnten in Bindungsversuchen mit Gehirnbrei giftempfindlicher Tiere nach Analogie der bekannten Gehirnversuche

von Wassermann und Takaki mit Tetanustoxin, Neurotoxine entgiften. Martin gelang es, mittels Kolloidfilter die hämolytischen Komponenten des Pseudechisgiftes von den neurotoxischen zu trennen. Ishizaka vermochte mittels Ausschüttelung mit Chloroform die Trennung herbeizuführen. Diese Versuche, die durch viele andere in dieser Richtung noch ergänzt werden können, widersprechen demjenigen ursprünglich von Calmette und dem vom pharmakologischen Gesichtspunkt aus von Faust jüngst vertretenen einheitlichen Standpunkt. Sie dürften als Beweis dafür angeführt werden, daß die Gifte der Colubriden und, wie gezeigt wird, auch die der Viperiden aus Partialgiften sich zusammensetzen, die toxikologisch nicht als identisch anzusehen sind. Schlossberger meint, daß es trotzdem nicht entschieden sei, ob wir es mit einem komplexen Toxinmolekül zu tun haben, dessen spezifische Giftwirkung der Ausdruck besonderer konfigurierter Seitenketten dieses noch unbekannten Kohlenstoffskelettes ist, oder ob es sich um ein Gemisch mehrerer differenter und chemisch untereinander verbundener Moleküle handele.

Calmette hat Neurotoxine aller Colubriden und auch diejenigen, die im Gift der Viperiden vorkommen, anfangs als identisch angesehen. C. J. Martin konnte demgegenüber zeigen, daß Antikobraserum (Calmette) unwirksam sich erwies gegen Gift australischer Colubriden. Insbesondere waren es die Untersuchungen von Lamb, welcher fand, daß Neurotoxine von Pseudechis, Notechis, Bungarus, Naja nicht identisch sind, indem Serum, gewonnen mit Giften einer dieser Schlangenarten, diejenigen anderer nicht zu neutralisieren vermochte. (Arthus kam experimentell auch dazu, die Verschiedenheit der Neurotoxine festzustellen.) Fraser und Elliot haben die physiologischen Wirkungen des Giftes der Enhydrina, Pacella diejenigen der südamerikanischen Vipern auf die Bulbärzentren analysiert. Alle diese Ermittlungen haben für die Serumtherapie praktische Bedeutung insoferne, als auch gegen Vergiftung durch Bisse der Familie Colubridae nicht monovalente, sondern polyvalente Sera mit Giften bestimmter Colubridenarten erzeugt werden.

3. Hämorrhagine.

Im Vipergift ist es in erster Linie das Hämorrhagin, welches durch Schädigung der Gefäßendothelien ihre Durchlässigkeit bedingt. Histologische Untersuchungen haben direkt gezeigt, daß die

Blutungen durch Veränderung des Endothels bedingt sind und daß auch die Stase der Blutkörperchen in den Gefäßen darauf zurückgeführt werden kann. (Im Gift der Bungarus coeruleus des australischen Pseudechis, Hoplocephalus ist auch Hämorrhagin enthalten, trotzdem diese Schlangen zur Familie der Colubridae gehören.) Sowohl die lokalen als auch die allgemeinen Erscheinungen weisen darauf hin, daß der hauptsächliche Sitz der Schädigung des Organismus in den Gefäßen gelegen ist.

Flexner und Noguchi, die ihre Studien mit Gift des Crotalus adamanteus gemacht haben, verdanken wir genauere Kenntnisse über Hämorrhagin. Das Hämorrhagin wird bei 75° nach 30 Minuten zerstört, ist also thermolabiler als Neurotoxin. Auch mittels spezifischer Antitoxine läßt sich das Vorhandensein dieser besonderen Gifte feststellen. Versuche, die darauf ausgingen, die Partialgifte, Hämorrhagin, Neurotoxin, Hämolysin zu trennen, wurden vielfach angestellt. Mittels einer Gehirnemulsion soll Neurotoxin gebunden werden, wobei das Hämorrhagin erhalten bleibt. Ishizaka ist es gelungen, das Hämorrhagin der Habu- und Viperngifte vom Neurotoxin und Hämotoxin durch Ausschüttelung mit Chloroform zu trennen. Auch gelang es Flexner und Noguchi, Ishizaka, aus Hämorrhagin Toxoide zu gewinnen (s. Toxoide). Die Versuche von Morgenroth über Salzsäuremodifikationen der Schlangengifte zeigen, daß wohl die atoxisch gewordenen Hämotoxine, nicht aber die Hämorrhagine, ihre antigene Eigenschaft erhalten haben.

4. Über Hämolyse durch Schlangengifte und über deren Mechanismus.

Im Handbuch der pathogenen Mikroorganismen (Kolle, Kraus, Uhlenhuth) hat H. Sachs eine ausgezeichnete Darstellung der Giftwirkung tierischer Toxine gefertigt. Die folgenden Ausführungen lehnen sich an diese Darstellung an und sind zum größten Teil derselben entnommen. Die Schlangengifte unterscheiden sich von den bakteriellen Hämolysinen und Hämotoxinen hauptsächlich dadurch, daß sie hämolytisch wirken bei Gegenwart von Lezithin oder anderen Lipoiden, wie von Kyess nachgewiesen wurde. Daß auch ambozeptorähnliche Körper, welche durch echte Komplemente aktivierbar sind, im Schlangengift vorkommen können, haben Flexner und Noguchi festgestellt; allerdings ist die Ambozeptorwirkung bestritten. Sachs nimmt an, daß die Komplementierung des Kobragiftes in ähnlicher Weise vermittelt wird, wie es kolloidale

Kieselsäure vermag. Über die Hämolyse, welche durch die Kombination des Schlangengiftes mit Lezithin entsteht, haben Diskussionen eingesetzt, welche aber heute zu einer vollkommenen Aufklärung geführt haben. Die ursprüngliche Auffassung von Kyess ist durch Manwaring entkräftet worden. Die Annahme, daß es sich um eine neue Reaktion handle, die nach Keyss durch Kobralezithid hervorgerufen wird, hat sich als irrig erwiesen; es wird vielmehr durch eine fermentative Wirkung des Kobragiftes auf Lezithin eine hämolytisch wirkende Fettsäure abgespalten. Das Lezithin spaltende Ferment ist nach Manwaring eine Lezithase.

Ohne auf die weiteren Details der Diskussionen dieses Problems einzugehen, seien im folgenden die Schlußfolgerungen von Sachs über Mechanismus der hämolytischen Wirkung der Schlangengifte zusammengefaßt:

1. Die direkte hämolytische Schlangengiftwirkung ist augenscheinlich abhängig von der Disponibilität der endozellulären Lipoide.

2. Die Aktivierung durch Serumkomplemente beruht, wie man heute annehmen darf, auf einer Alteration der labilen Serumglobuline durch das Schlangengift und weist zugleich einen Parallelismus mit der antikomplementären Sehlangengiftwirkung auf. Das wirksame Prinzip ist trennbar von demjenigen, das dureh Lezithin aktiviert wird.

3. Die Aktivierung der Schlangengifte durch Fettsäuren, Seifen und andere Stoffe beruht augenseheinlich darauf, daß dem Kobragift das Eindringen in die roten Blutkörperchen und dadurch der Angriff der endozellulären Lipoide erleichtert wird. Die gleiche Rolle kann zum Teil auch Lezithin als Aktivator spielen.

4. Die Aktivierung durch Lezithin kann, wie schon erwähnt, zum Teil auf eine Zuleitung des Giftes in die Blutkörperchen zurückzuführen sein, besteht aber im wesentlichsten in einer fermentativen Spaltung des Lezithins durch das Schlangengift. So entsteht das als „Monofettsäurelezithin“, „Desoleolezithin“ und von Delezenne als „Lysozithin“ bezeichnete hämolytische Produkt.

Auf Grund des vorliegenden Tatsachenmaterials dürfte man nicht fehl gehen, wenn man, abgesehen von der trennbaren, durch Serumkomplemente aktivierbaren Komponente der Sehlangengifte, die hämolytische Funktion auf die Lezithinase des Schlangengiftes bezieht, die entweder extrazelluläres Lezithin spaltet und so zum hämolytischen Produkt führt oder unter geeigneten Bedingungen

in die Blutkörperchen gelangt und direkt ihre Wirkung auf die Lipoide des Blutkörperecheninhaltes ausübt.

5. Leukocidine und Cytolysine.

Weir Mitchell und Reichert haben mit Crotalusgift Hemmung der amöboiden Beweglichkeit der Leukozyten beobachtet. C. J. Martin sah beim Hund nach Injektion des Giftes von Pseudechis Abnahme der Leukozyten und weist auch Kernveränderungen an den Leukozyten nach. Auch Flexner und Noguchi sahen mit Crotalusgift bei Leukozyten Veränderungen (im Kern und Protoplasma) und nach längerem Kontakt Auflösung. Mittels Bindung an rote Blutkörperehen konnten Flexner und Noguchi den Nachweis liefern, daß auch die Leukozytengifte als besondere Partialgifte anzusehen sind. Außer an Leukozyten konnten Flexner und Noguchi die schädigende Wirkung, namentlich des Kobragiftes, Vip. Russelli, Ancistrodon auf Organzellen (Leber, Niere, Hoden) nachweisen.

Die Leukozyten, der Wirkung des Schlangengiftes ausgesetzt (sowohl in vitro als auch in vivo), verlieren die Fähigkeit, sich zu bewegen, darauf kleben sie sich zusammen und werden endlich aufgelöst. Als erste verschwinden die großen Mononukleären, darauf die Polynukleären und endlich die Lymphozyten. Nach den Versuchen von Yamajuti in vitro agglutiniert das Gift der Naja haje die Leukozyten des Kaninchens nicht, zerstört sie jedoch rasch. Das Gift des Bungarus bewirkt einen sehr langsamen Leukozytenzerfall. Das Gift der Lachesisart (Trimeresurus) agglutiniert die Leukozyten, wobei die Zellen der Randzone zerfallen. Der agglutinierende Bestandteil des Giftes ist derselbe für die roten und weißen Blutkörperchen, während die Leukolysine mit den Hämolysinen nicht identisch sind.

Das Kobragift besitzt zytotoxische Eigenschaften, welche Levaditi und Muttermilch an Gewebekulturen außerhalb des Organismus untersucht haben. Eine Giftlösung (1 : 10 000) hemmt die Vermehrung der spindelförmigen Zellen des Bindegewebes der Hühnerembryone und stört die Migration der beweglichen Zellen der Milz derselben. Eine im Verhältnis 1 : 100 verdünnte Giftlösung zerstört die Wanderzellen, eine Verdünnung von 1 : 10 000 000 bewirkt eine merkliche Wachstumshemmung des Bindegewebes. Das Erhitzen des Giftes auf 100° verändert dessen zytotoxische

Eigenschaften nicht. Das antitoxische Serum schützt das wachsende Gewebe nicht gegen die Wirkung des Giftes.

6. Bakterizide Eigenschaften.

Calmette beschreibt in seinem Buche ausführlich die Wirkung der Gifte auf Bakterien. Noc hat unter Leitung von Calmette diese Wirkungen studiert und ermittelt, daß sporogener Milzbrand, Cholera vibr., Bact. coli, B. typhi von 1%iger Kobragiftlösung abgetötet werden. Goebel fand Ähnliches mit Trypanosomen.

Die Analyse dieses Phänomens zeigte, daß diese Eigenschaft nicht mit dem proteolytischen Ferment, auch nicht mit dem Hämolysin im Zusammenhange steht und mit der von Flexner und Noguchi nachgewiesenen Vielheit der Zytolysine in Beziehung gebracht werden dürfte; dieser Annahme widersprechen allerdings die Bindungsversuche von Calmette, der diese zytolytische Substanz für Toxin hält, das vom antitoxischen Serum neutralisiert wird.

7. Antikomplementäre Eigenschaften.

Das in den Organismus eingedrungene Gift zerstört in den Kapillaren die Leukozyten und die sich nach ihrem Zerfall befreienden Alexine werden durch das Gift gebunden und können der Vermehrung der im Darm sich befindenden oder in die Wunde beim Biß eingedrungenen Mikroben keinen Widerstand leisten. Deshalb beginnen namentlich die Leichen der am Schlangengift zugrunde gegangenen Tiere sich rasch zu zersetzen (Kaufmann); aus demselben Grunde bilden sich bei den Gebissenen lokale Geschwüre.

8. Hämagglutinierende Wirkung der Gifte.

Historisch interessant ist die Angabe (s. Phisalix), wonach das Phänomen der Hämagglutination schon von Lacerda, Weir Mitchell (1860) beschrieben wurde. Flexner und Noguchi wollen die Hämolyse von der Agglutination abtrennen. Es sei darauf hingewiesen, daß auch bei bakteriellen Toxinen neben den toxischen Komponenten auch Hämo-Leuko-Toxine und Hämagglutinine als Partialgifte vorkommen (Kraus).

Die agglutinierende Wirkung des Giftes des Lachesis (Trimeresurus) wird durch 30 Minuten lang dauerndes Erhitzen bei 70° C zerstört, während sich die Hämolysine dabei nicht verändern (Kitajima 1908). Mit Hilfe der Kolloidfilter hat Michel (1914) gezeigt, daß der agglutinierende Bestandteil des Giftes des Cro-

talus adamanteus zurückgehalten wird, wobei die Wirksamkeit des Giftes sich wenig verändert, die hämolysierende Wirkung aber etwas schwächer wird.

Viperidengift hat auch agglutinierende Wirkungen, welche mit den hämolytischen Eigenschaften nicht identisch sind, da sie zum Unterschied von diesen letzteren auch bei 0° rasch wirken.

9. Koaguline und Antikoaguline.

Außer den angeführten Neurotoxinen, Hämolysinen, Hämorrhaginen dürften auch diejenigen Giftkomponenten, welche die Gerinnbarkeit hemmen oder beschleunigen, auf die Vergiftung von Einfluß sein.

Bereits im Jahre 1781 hat FONTANA bei Kaninchen die koagulierende Wirkung des Giftes der Vip. aspis festgestellt. Die Untersuchungen von FEOKTISTOW, C. J. MARTIN, WEIR MITCHELL und REICHERT, LAMB und HARME, NOC, ARTHUS, HOUSSAY und SORDELLI haben gezeigt, daß die Gifte der Viperiden in vivo und vitro koagulierend auf Blut wirken. Die Gifte der Colubridae, mit Ausnahme der australischen Colubriden (Pseudechis, Notechis) und nordamerikanischer Crotalinae (Ancistrodon), enthalten kein Koagulin, wohl aber wirken die Viperngifte gerinnungsfördernd, auch in vitro auf Zitrat und Oxalatblut.

Die Fortschritte, welche in der Lehre von der Blutgerinnung dank der Arbeiten von MORAWITZ, SPIRO, BORDET, HIRSCHFELD und KLINGER gemacht wurden, haben auch über den Mechanismus der Koagulation durch Schlangengift Aufklärung gebracht. Es konnte festgestellt werden, daß diese Gifte Thrombin (Fibrinfermente) enthalten, welche die Ursache ihrer koagulierenden Eigenschaft sind. Crot. adamanteus wirkt nicht so wie alle anderen Viperngifte in großen Dosen koagulierend in vivo und vitro, sondern nur in vivo, antikoagulierend in vitro. Durch Erwärmung auf 75° wird die gerinnungsfördernde Eigenschaft zerstört und auch die antikoagulierende wird geschädigt.

Nach FAYRER, ARTHUS kommt den Colubriden (Naja tripudians, N. bungarus, Elaps maregr.) nur eine antikoagulierende Wirkung in vivo und vitro zu. Die Viperngifte sowie die der australischen Colubriden vermögen in kleinen Dosen in vivo und in großen Dosen in vitro auch antikoagulierend zu wirken. Die negative Phase dieses Phänomens wird von WEIR MITCHELL, NOC mit der proteolytischen Eigenschaft dieses Giftes in Zusammenhang gebracht,

indem sie eine Auflösung des Fibrins zur Folge haben soll. HOUSSAY und SORDELLI wollen die Inkoagulabilität mit einer Ausfällung des Fibrins an den Endothelien der Gefäße, insbesondere in der Leber und Darmgefäßen, erklären. In vitro soll die Schädigung des Fibrinogens gleichfalls die Inkoagulabilität zur Folge haben. Die Wirkung der antikoagulierenden Eigenschaft der Colubridengifte dürfte in folgender Weise zustande kommen. Die im Gift vorhandene Antithrombokinase zerstört die Thrombokinase und verhindert so die Bildung des Thrombins (MORAWITZ, ARTHUS, HOUSSAY, SORDELLI und NEGRETTE). Auch soll die Entstehung des Antithrombins als Folge der Giftwirkung die Gerinnungshemmung erklären.

Das Gift anderer Schlangen koaguliert das Blut in vivo und in vitro, z. B. das Gift des Lachesis atrox, L. neuwiedii, L. ammodytoides, L. alternatus, L. jararaca, L. jararacuçu, Crotalus terrificus, Ancistrodon blomhoffi, der Vipera russelli, Vipera aspis, der Echis carinata, Notechis scutatus, Pseudechis porphyriacus, Bungarus fasciatus. Ihr Gift zerstört ebenfalls die Thrombokinase des Blutes, es wirkt aber in der entgegengesetzten Richtung, da es selbst die Eigenschaften des Thrombins besitzt (HOUSSAY und SORDELLI). Nach M. ARTHUS (1919) ist diese Eigenschaft dem Gifte der Vipera russelli nicht eigentümlich und in vitro koaguliert es das Oxalatpferdeblut oder das peptonisierte Hundeblut nicht. Die Gifte der anderen oben genannten Schlangen bewirken Blutgerinnung, wenn dem Blut Zitronen- oder Oxalsäuresalze beigefügt werden. Die koagulierende Eigenschaft verliert das Gift beim Erhitzen auf 75^0 C. Der koagulierende Bestandteil des Giftes wird, ebenso wie das Neurotoxin, durch Alkohol gefällt.

Von VITAL BRAZIL und J. VELLARD liegen über die koagulierenden und antikoagulierenden Eigenschaften verschiedener Gifte eingehende Versuche vor. Die Autoren haben die Wirkung des getrockneten in Kochsalz aufgelösten Giftes auf das Blutplasma des Kaninchens geprüft (Herzpunktion, Zitratplasma 2 : 100 oder Fluorplasma 3 : 1000). Das Koagulationsvermögen ist durch die kleinste Dosis Gift bemessen worden, das in 1 ccm Kochsalz zu 1 ccm Fluorplasma zu 3 : 1000 beigefügt, in 1 Stunde bei 37^0 das erste Auftreten von Koagulation aufweist. Man hat die antikoagulierende Wirkung bemessen, indem man die kleinste Dosis eines Giftes versuchte, das die Koagulation von 1 ccm Fluorplasma (Pferdeserum) zu 3 : 1000 durch 1 ccm Serum (Normalserum eines Pferdes) bei Abwesenheit

von proteolytischen Fermenten in 1 Stunde bei 37° zu verhindern mochte.

Die Gifte der Ancistrodon (A. piscivorus und A. contortrix), die gewöhnlich als antikoagulierend klassifiziert werden, sind in Wirklichkeit koagulierend, obgleich proteolytisch. Meistens ist es sehr leicht, die proteolytische Wirkung von der koagulierenden, weniger thermolabilen Wirkung der Gifte der südamerikanischen Crotalinae zu dissoziieren, indem man diese Gifte auf 60—70° erhitzt. Auch die schwächsten Dosen Gift beschleunigen die normale Koagulation des Plasma durch das Serum. Bei anderen Schlangengattungen, wie Vipera Russellii, Philodryas schotti, wird die koagulierende Wirkung schon bei 80° zerstört. Die Verminderung der Fermente durch die Hitze ist sonst unabhängig von der Koagulation der Eiweißstoffe des Giftes.

Die Gifte der südamerikanischen Lachesisarten sind stark koagulierend; bei erhöhten Dosen sind sie proteolytisch; ihr koagulierendes Ferment ist sehr thermostabil (abgeschwächt bei 100°). Das Gift des Lachesis flavoviridis (Liu-Kiu-Archipel) ist wenig koagulierend und proteolytischer als dasjenige der südamerikanischen Gattungen; sein koagulierendes Ferment wird bei weniger als 70° zerstört. Die Gifte der Crotalen sind stark koagulierend (Fermente halten 100° aus) und schwach proteolytisch. Bei den Vipern ist das Gift der Daboia schwach koagulierend und proteolytisch; die Thermostabilität beider ist nicht sehr verschieden (80—90 und 75°); bei starker Dosis ist die Proteolyse vorherrschend gegenüber der Koagulation. Unter den Colubridengiften hat man Versuche mit Elaps, mit Notechis scutatus und Naja tripudians (Kobra) angestellt. Die ersteren (Elaps und Notechis) beschleunigten nicht bei schwacher Dosis die normale Koagulation und koagulierten das Plasma nur bei starker Dosis. Beim Gift der Naja verzögert sich die Koagulation des Plasma durch das Serum im Verhältnis zu der Dosis, der es beigefügt wurde. Die Wirkung wird gehemmt zwischen 60—75°. Im Gegensatz zu anderen Autoren, ist es Vital Brazil und Vellard nicht geglückt, irgendwelche koagulierende Eigenschaften nachzuweisen. Das Gift von Philodryas ist koagulierend, aber diese Wirkung ist zum größten Teil durch eine starke Proteolyse verdeckt; beide Wirkungen werden gleichzeitig durch Hitze geschwächt.

Die gerinnungsfördernde und die hemmende Einwirkung der Gifte läßt sich mittels Immunserum neutralisieren und hier tritt wieder die gleiche Spezifität der Sera ebenso zutage, wie bei der

Neutralisation der anderen Partialtoxine (Arthus, Houssay, Sordelli und Negrette, Vital Brazil und Vellard).

10. Fermente.

Neben den besprochenen spezifischen Toxinen, welche die Giftdrüsen produzieren, findet man in dem Sekret Fermente, welche die Annahme, daß diese Drüsen mit Speicheldrüsen zu analogisieren sind, stützen.

Vitroversuche mit Gelatine, Fibrin, Eiweiß haben Flexner und Noguchi, Delezenne, Noc angestellt und konnten proteolytische Fermente, welche Eiweiß in Albumosen hydrolytisch spalten, insbesondere im Gift der Lachesis, Ancistrodon nachweisen. Delezenne konnte mit gekochtem Eiweiß analog der Enterokinase eine Pankreas aktivierende Substanz (Kinase) feststellen. Außerdem kommen den Giften lipolytische Wirkungen zu. Die Fermente lassen sich mittels Lezithin, Oliven- und Rizinusöl (Neuberg und Rosenbern) und neutralem Fette (Houssay und Negrette) bestimmen.

11. Über Lysozithine.

Lysozithin ist das Produkt einer unter der Wirkung eines Fermentes (Lezithinase Manwarings, Phosphatidase Delzenne-Fourneau) stattfindenden Spaltung des Eierlezithins.

Durch Digerieren von Eidotter und Kobragift konnten Delezenne und Ledebt hämolytische Produkte isolieren.

Belfanti und Magenta haben diese Versuche zum Ausgangspunkte ihrer Studien über giftige Lysozithine gemacht. Die gewonnene toxische Substanz löst nicht nur Erythrozyten und Leukozyten auf, sondern wirkt auch auf das Gehirn und Endothelien der Kapillaren schädigend, indem sie Ödeme, Hämorrhagie und neurotrope Läsionen auslöst, wie sie gewöhnlich dem Ophiotoxin zugeschrieben werden. Es ist demnach anzunehmen, es sei die eigentlich toxische Substanz nicht in dem Gift selbst zu suchen, sondern in dem durch enzymatische Wirkung toxisch gewordenen Lezithins der Gewebe.

Den alten Begriff, nach welchem die tierischen Gifte den Bakteriengiften ähnlich toxische Eiweißkörper mit neurotoxischen und Hämorrhagie erzeugenden Wirkungen darstellen, läßt Belfanti fallen und betrachtet das Gift — auch das von einem einzigen Tierkörper herstammende — als eine Gesamtheit von Enzymen mit verschiedenen (proteolytischen, koagulierenden, hämo-

lytischen, lipolytischen) Wirkungen, worin das Protein als gemeinsamer Vektor fungiert, der sowohl die Spezifität als das antigene Vermögen bestimmt. Nach diesem neuen Begriff besteht die Wirkung von tierischen Giften in einer Reihe enzymatischer Prozesse: die Spaltung von Lezithinen und Phosphatiden erfolgt durch Lezithinasen und Phosphatidasen; auf die Eiweißkörper wirkt ein im Gifte enthaltenes Ferment; die Blutgerinnung wird durch das Fibrinferment bewerkstelligt. Aus solchen Fermentwirkungen können die stärksten Gifte hervorgehen, wie z. B. die Lysocithine, welche vielfach die hauptsächliche Ursache der durch die meisten tierischen Gifte erzeugten schweren Vergiftungserscheinungen darstellen.

Durch interessante Versuche, in vitro und in vivo, mit Lysozithinen, welche der Wirkung verschiedener Giftarten zufolge (aus Schlangen und Hymenopteren) entstanden waren, konnte experimentell der Beweis geführt werden, daß die Hauptwirkung des Giftes in einer Spaltung des Lezithinmoleküls besteht, welch letzteres der Ölsäure beraubt wird, weshalb das wirksame Ferment als Lezithinase zu betrachten ist. Von den gewöhnlichen tierischen Fermenten unterscheidet sich diese Lezithinase durch ihre Hitzebeständigkeit: sie verträgt 20 Minuten das kochende Wasserbad, ohne merkenswerte Veränderungen einzugehen. Der Grad der Hitzebeständigkeit ist bei den einzelnen Giften verschieden, wahrscheinlich je nach der Art des Proteins, an das das Ferment gebunden ist.

Im Tierversuch sollen sich die durch Lysozithin ausgelösten Vergiftungserscheinungen mit dem infolge von Schlangenbissen auftretendem Krankheitsbilde decken: es kommt bei den behandelten Kaninchen zu deutlichen Ödemen, Hämorrhagien, Nekrosen mit darauffolgender Schorfbildung, nicht anders als es nach der direkten Einwirkung vieler tierischer Gifte der Fall ist.

In der Tierwelt ist diese Lezithinase ziemlich verbreitet, nicht nur unter den Schlangen (Cobra, Crotalus, Lachesis), sondern auch bei Spinnen, Skorpionen, Bienen, Hummeln und Wespen. Merkwürdigerweise ist bei den letzteren Hymenopteren die enzymatische Wirkung vollständiger und tiefgreifender als bei den ihnen nahe verwandten Bienen.

VIII. Natürliche Empfänglichkeit und Immunität.

Der Grad der Giftigkeit der Schlangengifte kann an empfindlichen Tieren, wie z. B. Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen und Tauben, quantitativ bestimmt werden, indem so wie bei den bakteriellen Toxinen die Menge, Zeit, Gewicht, Alter der Tiere und Art der Einverleibung dabei berücksichtigt werden müssen. Mit Berücksichtigung dieser Momente läßt sich für bestimmte Tierarten die Dosis let. min. eines bestimmten Giftes feststellen (Fig. 20). So wie bei den bakteriellen Toxinen kann man bei Schlangengiften auch zeitlich die maximale Wirkung mit bestimmten Giftmengen hervorrufen, darüber hinaus vermögen selbst größte Mengen den Prozeß nicht zu beschleunigen. Madsen und Noguchi konnten diesbezüglich zeigen, daß beim Studium der Menge und Giftigkeit des Giftes festgestellt werden kann, daß das Inkubationsstadium (vom Zeitpunkt der Injektion bis zum Tod) mit der zunehmenden Giftmenge abgekürzt werden kann bis zu einem gewissen Grade, z. B. 0,0005 mg Kobragift töten Meerschweinchen in 3 Stunden, 75 Sekunden, die weitere Steigerung der Giftmenge aber hat nur eine geringe Verkürzung zur Folge. Es besteht demnach zwischen Giftmenge, Zeit kein Parallelismus.

Von der intakten Haut und Magenschleimhaut aus vermag Schlangengift für gewöhnlich bei Säugetieren keine Vergiftungen hervorzurufen, nur wenn das Gift von der Subcutis und intravasal (auch vom Peritoneum) in die Zirkulation gelangt, hat es Vergiftungserscheinungen zur Folge.

Die Giftmengen, die zu Vergiftungserscheinungen führen, sind auch nach Art der Einverleibung verschieden.

Die Wirkung des Schlangengiftes und der Mechanismus derselben ist bei verschiedenen Tieren verschieden.

So z. B. verenden die 15—18 mm langen Kaulquappen der Rana fusca innerhalb weniger Minuten, wenn man sie in eine wäßrige Lösung (1 : 25000) des Kobragiftes bringt. Eine Lösung von 1 : 400000 lähmt sie, wobei der Blutkreislauf keine Veränderungen erleidet. In reines Wasser gebrachte Kaulquappen erholen sich nach Verlauf einiger Tage wieder. Bang und Overton, welche diese Versuche ausgeführt haben, meinen, daß das Kobragift vom Hautepithel rasch resorbiert wird, durch die Wandungen der

Kapillaren ins Blut dringt und in das Nervensystem gelangt. Das Neurotoxin des Giftes wird durch das Nervengewebe gebunden. Nach BANG und OVERTON ist das Neurotoxin dem wirksamen Bestandteil des Giftes, welcher das Hautepithel und die Erythrozyten des Blutes (Hämolysine) löst, gleichwertig.

Die Fische sind gegen das Gift der Hydrophiinae empfindlich und gehen auch am Gift anderer Schlangen zugrunde, insonderheit am Gift der Kobra, welches um 50mal weniger toxisch ist als das Hydrophisgift (ROGERS).

Die Eidechsen, Chamäleone und Vögel verenden rasch unter der Wirkung des Schlangengiftes. Die dem Tod vorangehende Asphyxie dauert bei den Vögeln länger als bei den anderen Tierarten, da unter der Haut der Vögel voluminöse Luftsäcke sich befinden, welche mit den Lungen in Verbindung stehen. In diesen Säcken ist Luft enthalten, mit deren Hilfe der Organismus des Vogels einige Zeit den Tod bekämpft.

Die Mehrzahl der Säugetiere ist ebenfalls sehr empfindlich gegen das Schlangengift, den Igel, die Manguste und einige andere Tiere ausgeschlossen, von welchen weiter unten die Rede sein soll.

Ein 600,0—700,0 g schweres Meerschweinchen geht nach Verlauf eines Tages an folgenden minimalen Giftdosen zugrunde (CALMETTE):

Naja tripudians	0,00002 g	Naja haje	0,003 g
Vipera berus	0,00004 g	Lachesis lanceolatus	0,02 g
Ancistrodon contortrix	0,015 g		

Das Gift des Trimeresurus flavoviridis („Habu") = Tr. riukiuanus (Crotalinae), an dessen Bissen auf den Inseln Liu-Kiu und Oshima im Laufe von 9 Jahren 263 Menschen starben, übt auf verschiedene Tiere eine verschiedene Wirkung aus. Die Giftdosis, welche für die Gewichteinheit einer Maus oder eines Hundes todbringend ist, muß die 12fache sein, um ein Meerschweinchen zu töten; für den Frosch und die Katze genügt $^1/_6$ dieser Dosis (KITAJIMA).

Für den Echis carinatus haben FRASER und GUNN folgende minimale letale Dosen bei subkutaner Injektion (auf 1 kg Körpergewicht berechnet) festgestellt: für eine Ratte — 0,75 mg, eine Taube — 4 mg, eine Katze — 8 mg und einen Frosch — 9 mg.

VITAL BRAZIL gibt z. B. an, daß für Tauben bei intravenöser Injektion die tödliche Giftmenge von

Elaps frontalis	0,07 mg	bei subkutaner	0,15 ist
Lachesis alternata	0,017 „	„ „	1,0 „

oder für das Kaninchen pro Kilogramm

Lachesis alternata	0,3 mg	bei subkutaner	8,0
,,	jararaca 0,3	,, ,,	,,	7,0

Gifte	Dos. l. m	für Tauben	Dos. l. m pro kg	für Kaninchen	Dos. l. m pro 500 g	für Meerschweinchen
Crotalus terrificus	0.001 mg		1 mg		0 03 mg	
Elaps frontalis	0.15 mg		0.1 mg		0 5 mg	
Lachesis Itapetininga	0.15 mg		12 mg		4 mg	
Lachesis Muta	0 35 mg		0.5 mg		6 mg	
Lachesis Neuwiedii	0.5 mg		0.5 mg		4 mg	
Lachesis Lanceolata	0.5 mg		1 mg		8 mg	
Lachesis atrox	0.1 mg		3 mg		4 mg	
Lachesis Jararaçu	0.1 mg		3 mg		8 mg	
Lachesis alternata	1 mg		3 mg		4 mg	

Fig. 85. Grad der Empfindlichkeit für Gifte südamerikanischer Giftschlangen nach VITAL BRAZIL.

Interessant ist die Beobachtung, daß z. B. die letalen Dosen des Crotalusgiftes bei intravenöser und subkutaner Injektion bei Tauben 0,001 mg und 0,002 mg betragen, wogegen sie beim Kaninchen weit auseinandergehen, 0,25 und 4,0.

Es zeigt sich, daß nach CALMETTE die Empfindlichkeit der verschiedenen Tierarten für ein und dasselbe Gift unabhängig ist vom Körpergewicht; so z. B. tötet 1 g Kobragift

1250 kg	Hunde	8 333 kg	Mäuse
2000 ,,	Kaninchen	20 000 ,,	Pferde
2500 ,,	Meerschweinchen	10 000 ,,	Menschen oder
1430 ,,	Ratten	165	Menschen vom Gewicht 60 kg

Eine ähnliche Betrachtung hat VITAL BRAZIL für das Klapperschlangengift angestellt. Diejenige Menge Gift, welche eine Klapperschlange tötet, vermag

10	Giftschlangen anderer Spezies zu töten oder
24	Hunde
25	Rinder
60	Pferde
600	Kaninchen
800	Ratten
2 000	Meerschweinchen
300 000	Tauben

Die Dosen des Kobragiftes, welche nach 24 Stunden den Tod herbeiführen, sind für verschiedene Tiere die folgenden (CALMETTE).

Der Hund	0,0008 g	auf	1000 g	Körpergewicht
Das Kaninchen . . .	0,0005 g	,,	1000 g	,,
Das Meerschweinchen	0,0004 g	,,	1000 g	,,
Die Ratte	0,0001 g	,,	150 g	,,
Die Maus	0,000003 g	,,	25 g	,,
Der Frosch	0,0003 g	,,	30 g	,,

Wenn man die Giftwirkung auf 1,0 g Gift berechnet, so erweist es sich, daß 1,0 g Kobragift 1250 kg Hunde, 1430 kg Ratten, 200 kg Kaninchen, 2500 kg Meerschweinchen und 8333 kg Mäuse tötet; 1,0 g trocknen Giftes derselben Schlange tötet 20000 kg Pferde und 10000 kg Menschen, d. h. 167 Menschen, von welchen jeder 60 kg wiegt.

Wenn auch in Sage und Märchen bei Dichtern (Lucanus), Romanschriftstellern (Oliver Wendell Holmes, Elise Venner), in Reisebeschreibungen von einer angeborenen Immunität gewisser Menschen (z. B. Schlangenbeschwörer in Indien, Afrika, Südamerika) und einzelner Menschenrassen (Psyller, Hottentotten) berichtet wird, liegen exakte Angaben darüber nicht vor.

Ob die Versuche von FRASER, wonach bei weißen Ratten eine Immunisierung per os möglich sein dürfte, darauf schließen lassen, daß auf diese Weise auch bei Menschen eine aktive Immunisierung zustande kommen könnte, ist eine offene Frage.

Über natürliche Immunität gewisser Säugetiere, Vögel, Kaltblüter gegenüber dem Schlangengift (Biß oder Injektion) liegen in der Literatur folgende Angaben vor.

So berichtet Calmette in seinem Buche (S. 237) über die natürliche Immunität des Herpestes Ichneumon (wohl H. mungo), der die mehrfach tödlichen Dosen des Najagiftes für Kaninchen verträgt, er geht erst auf die 8fach tödliche Dosis zugrunde.

Nach Lewin, Phisalix (S. 752) ist der europäische Igel (Erinaceus europaeus) immun gegen das Gift der Vipera berus, er verträgt die für Meerschweinchen 40fach tödliche Giftdosis. Über die natürliche Immunität des Schweines liegen keine exakten experi-



Fig. 86. Conepatus chilenis.

mentellen Daten vor. Auch über die angebliche Immunität der Katzen sind die Angaben zweifelhaft. In Brasilien ist von F. Igleasias ein immunes Säugetier, Stinktier, Skunks, Cangamba (Conepatus chilensis fam. Mustelidae), beschrieben, welches im Norden Brasiliens vorkommt und charakterisiert ist durch seine Analdrüsen, die ein penetrant stinkendes Sekret sezernieren.

Kraus hatte Gelegenheit (dank der Freundlichkeit des Herrn Dr. Piraja da Silva aus Bahia), chilenische Skunks auf ihre Immunität gegenüber dem Biß der brasilianischen Giftschlangen zu studieren und konnte feststellen, daß die Tiere nicht nur gegenüber dem Gift der Lachesis jararaca und atrox immun sind, sondern daß auch nach wiederholten Bissen von Crotalus terrificus keinerlei Vergiftungserscheinungen wahrzunehmen sind (Fig. 86).

Auch fand KRAUS, daß der brasilianische Fuchs, Irara (Canis vetulus), größere Giftmengen der L. jararaca, alternata und der L. jararacucu verträgt (Fig. 87).

Über die Ursache der natürlichen Immunität der Säugetiere gegen Schlangengift liegen einzelne Angaben von CALMETTE, PHISALIX und BERTRAND vor.

CALMETTE fand, daß 2—7 ccm Serum des Ichneumons nicht imstande waren, Kaninchen präventiv gegen das Gift der Naja zu schützen (der Tod trat 2—5 Stunden später ein als beim Kontrolltier). 8 ccm Serum des Igels schützen nach PHISALIX gegen die 2fach tödliche Dosis der Viperngifte. Nach CALMETTE sind 3 bis 8 ccm Schweineserum nicht imstande, die 1fach tödliche Dosis Kobragift zu neutralisieren. In neueren Versuchen konnte KRAUS im Serum natürlich immuner Tiere giftneutralisierende Substanzen finden. Diese Feststellung würde in dem Sinne sprechen, daß die Ursache der nachgewiesenen natürlichen Immunität der Säugetiere im Vorhandensein neutralisierender Substanzen im Blute dieser Tiere gelegen sein dürfte. Auch die natürliche Immunität der Schlangen (ungiftige, giftige) dürfte mit giftneutralisierenden Substanzen, die im Blute nachweisbar sind, zusammenhängen (PHISALIX, BERTRAND, VITAL BRAZIL).



Fig. 87. Canis vetulus.

Im Zusammenhang mit dem Nachweis der natürlichen Immunität gewisser Säugetiere dürften neue Beobachtungen, die KRAUS über schlangenfressende Tiere gemacht hat, einiges Interesse besitzen.

In der Literatur liegen Angaben vor, daß gewisse Säugetiere, die eine natürliche Resistenz gegen Schlangen besitzen, giftige Schlangen auch fressen. So z. B. wird in Nordamerika das Schwein, welches eine gewisse Resistenz haben soll, zur Vertilgung der Schlangen abgeri chtet. CALMETTE beschreibt Versuche mit Herpestes Ichneumon (richtig H. mungo), welcher Schlangen (Naja bungarus) frißt, und bemerkt hierzu, daß die Beschreibung KIPLINGS aus dem Dschungel über den Kampf einer Manguste mit

einer Kobra an seine Beobachtungen sehr erinnert. Der europäische Igel, der ebenfalls immun gegen Schlangenbiß sein soll, frißt Vipern. In Afrika kennt man die Stinkkatze (Zorilla striata) als schlangenfressendes Tier. In Brasilien frißt der Cangamba, Conepatus chilensis, Schlangen. Dieses Tier ist, wie erwähnt wurde, gegen die verschiedensten Lachesisarten und auch gegen Crotalusbiß immun. Interessant ist, daß die Art, wie diese Tiere Schlangen fressen, verschieden sein kann, je nach der Tierart. Der Cangamba und der Igel z. B. töten die Schlangen durch Biß in den Nacken und eventrieren dieselben, indem sie die Darmschlingen ventralwärts herausziehen und auffressen. Füchse vertilgen die Schlangen (Fig. 87), indem sie den Kopf zuerst und dann den Körper stückweise auffressen. Der Kampf der Füchse mit Giftschlangen ist außerordentlich interessant. Der Fuchs versucht die Giftschlange anzugreifen, berührt sie mit der Schnauze und springt blitzartig zurück, dann packt er sie beim Kopf und beutelt sie, bis sie sich nicht mehr bewegt, zerkaut den Kopf, beißt ihn ab, frißt ihn auf und verzehrt stückweise die ganze Schlange. So sah KRAUS, daß ein Fuchs in einer Stunde 3 große Giftschlangen aufgefressen hat. Trotzdem der Fuchs von diesen gebissen wurde, zeigte er gar keine Erscheinungen der Vergiftung. Es ist möglich, daß auch in der Natur die Füchse Giftschlangen fressen und so zur Verminderung der Schlangenplage beitragen. Bei Versuchen mit Hunden hat ein Foxterrier, ebenso wie der Fuchs die Giftschlangen wütend angegriffen, in Stücke zerrissen und gefressen. Diese Tiere bezahlen aber ihren Heroismus mit dem Tode, da sie nicht immun gegen Schlangengift sind. Jedenfalls wäre es interessant, solche Hunde zu züchten und sie für die Schlangenbekämpfung zu benützen. Man müßte nur die Hunde vorher aktiv immunisieren, so wie man es auch mit Katzen in Pestgegenden vorgehabt hat, um die Ratten zu bekämpfen.

Die Frage über die Immunität der Giftschlangen ist auch seit langem bereits diskutiert. Im Jahre 1871 hat FONTANA gezeigt, daß Vipern gegen ihr eigenes Gift unempfindlich sind. PHISALIX zitiert in ihrem Buch eine Reihe älterer Autoren, die sich mit diesem Problem beschäftigt haben, und beschreibt neue Versuche, welche auch die quantitativen Verhältnisse berücksichtigen (so z. B. verträgt Vipera aspis 40 mg ihres Giftes und erst 100 mg töten die Schlange). Die Kobra ist relativ wenig empfindlich gegen das eigene Gift und das Gift anderer Colubriden. Von den ungiftigen

Schlangen verträgt Tropidonotus natrix 5 mg Viperngift (tödlich für 15—20 Meerschweinchen). CALMETTE konnte ein Lachesis lanc. mit 0,02 mg Gift der Naja tripud. töten. VITAL BRAZIL hat in Gemeinschaft mit BRUNO RANGEL PESTANA gezeigt, daß Lachesis gegen das Gift der Naja sehr empfindlich sind und 33 mg dieses Giftes töten die verschiedenen Spezies innerhalb 12 Stunden.



Fig. 88. Röntgenphotographie.

Folgende Versuche hat KRAUS angestellt. Es wurden den Schlangen intramuskulär verschiedene Giftmengen injiziert und 5 Tage lang beobachtet. Im allgemeinen ergab sich, daß nichtgiftige Schlangen zumindest ebenso resistent gegenüber dem Gift der Crotalinae waren wie die giftigen. Interessant ist die Beobachtung, daß sowohl die giftigen als auch ungiftigen südamerikanischen Schlangen gegenüber dem Gift der indischen Kobra sehr empfindlich sind.

Über die Ophiophagie bei den Schlangen liegen in der Literatur Arbeiten namentlich von F. WERNER und in Südamerika von P. SERIÉ und VITAL BRAZIL vor. Zumeist sind es die Opisthoglypha, wie z. B. Philodryas Schotti, Thamnodynastes, Erythrolampus usw., die, sowie auch die giftigen Elapsarten, bekannte Ophiophagen sind. Über die Verdauung der gefressenen Tiere und die Art, wie dieselbe vor sich geht, wie lange sie dauert,

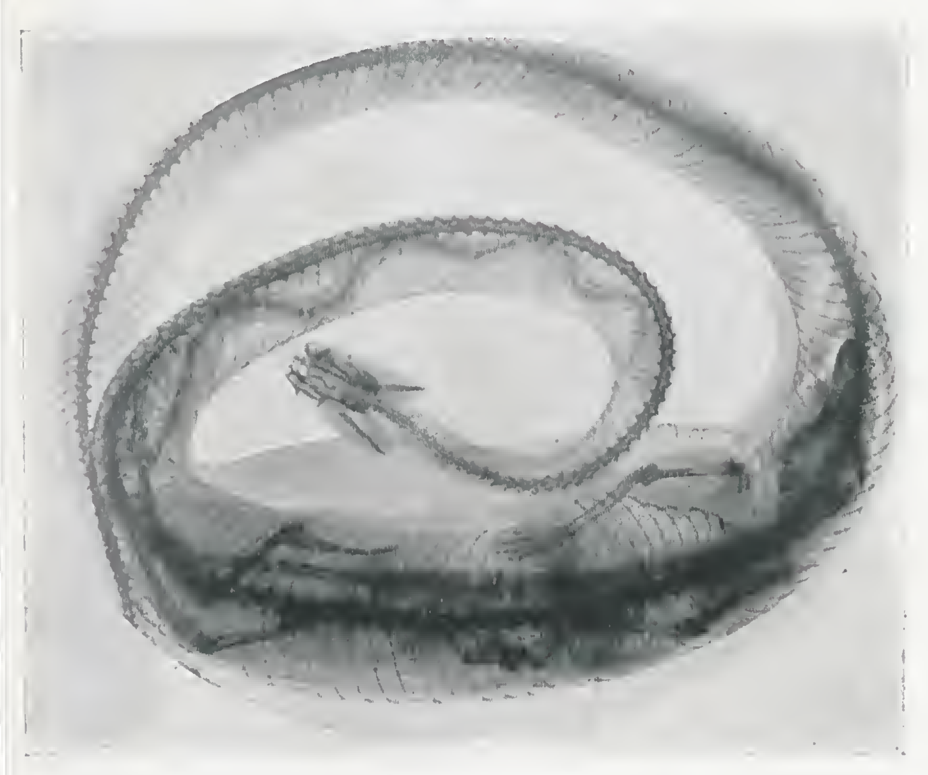


Fig. 89. Röntengenphotographie.

welche Fermente und welche Rolle die Schlangengifte da mitspielen, darüber liegen bisher keine Angaben vor. Man weiß nur, daß die Verdauung beim Kopfe, der am tiefsten im Magen liegt, beginnt und so weit vor sich geht, daß das ganze Tier mit Knochen verdaut wird und nur Haare und Federn zurückbleiben.

KRAUS hat sich auch mit dieser Frage beschäftigt und Dr. MAX RUDOLPH veranlaßt, als den Verdauungsprozeß mittels Röntgenstrahlen zu verfolgen (Fig. 88 und 89) (Brazil Medico 1922).

Ein ganz besonderes Interesse besitzt die sogenannte Mussurana, Pseudoboa cloelia, seitdem VITAL BRAZIL gezeigt hat,

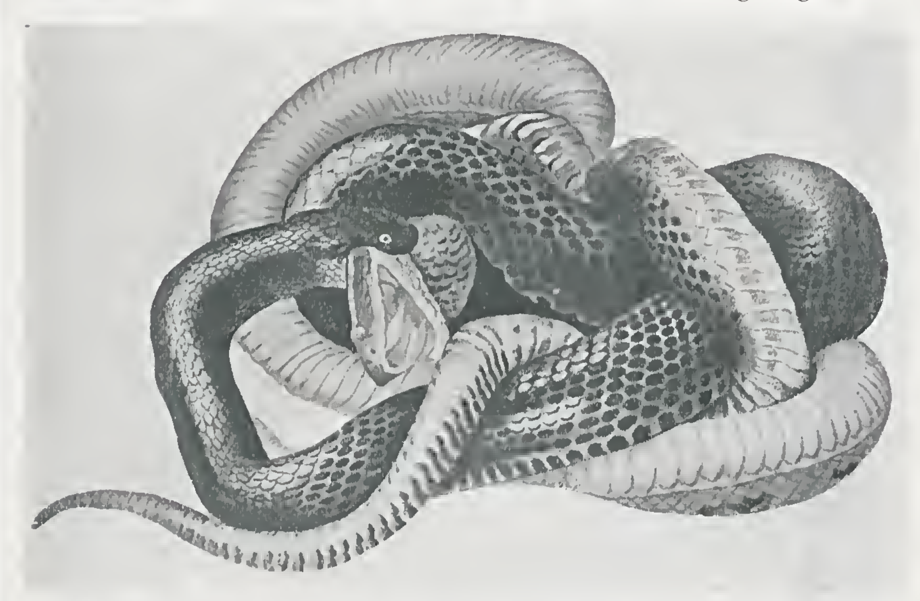


Fig. 90. Musurana (Pseudoboa cloelia), schlangenfressende Natter. Brasilien. Nach VITAL BRAZIL.

daß sie Giftschlangen frißt (Fig. 90). VITAL BRAZIL dachte daran, diese Schlangenart zur Bekämpfung der Schlangenplage heranzuziehen.

IX. Gewinnung der Schlangensera.

Als erster hat SEWALL im Jahre 1887 Tauben mit steigenden Giftdosen des Sistrurus catenatus behandelt und konnte eine aktive Immunität gegen die 10fach tödliche Dosis erreichen.

1889 hat KAUFMANN mit Gift der französischen Viper aktive Immunität beschrieben. 1892 konnte CALMETTE in Saigon (Indien) mit erhitztem Kobragift Tiere gegen tödliche Dosen schützen. Im Jahre 1894 haben PHISALIX und BERTRAND sowie auch CALMETTE mit Schlangengift aktive Immunisierung beschrieben und auch den Nachweis antitoxischer Substanzen im Serum dieser Tiere erbringen können. CALMETTE hat allerdings am Anfang angenommen, daß so gewonnenes Antikobraserum Gift aller anderen Schlangen neutralisiere und gegen Schlangenbisse verschiedener Schlangenarten

wirksam sei. Demgegenüber haben Phisalix und Bertrand bewiesen, daß ein Serum, gewonnen mit dem Gift der Vipera aspis, spezifisch wirkt, und daß Kobraserum nur Kobragift, nicht aber Viperngift zu neutralisieren vermag. Diese wichtige Feststellung wurde in der weiteren Folge von Martin, Lamb und Tidswell, Flexner und Noguchi, Rogers, Vital Brazil, Arthus bestätigt und bildet die Grundlage der heutigen Serumtherapie der Schlangenbisse, die auf der Spezifität der antitoxischen Wirkung der Schlangensera begründet ist.

Immunisierung der Pferde.

Das gewonnene Gift wird zentrifugiert, durch Papierfilter filtriert und in flachen Schalen in dünnen Schichten bei 37° oder im Exsikkator getrocknet. Nach einigen Tagen wird das getrocknete Toxin vom Glase abgekratzt. Die Lachesisgifte geben eine gelbliche granulöse Trockensubstanz, wie getrocknetes Serum aussehend (Fig. 91), die Crotalusgifte geben grauweiße und lange Nadeln (Fig. 92). Im trockenen Zustand aufbewahrt (im Exsikkator), verändert sich das Gift wenig und ist lange haltbar.

Für die Immunisierung werden große Quantitäten Gift in 50%igem sterilisiertem Glyzerin aufgelöst und bei niedriger Temperatur konserviert. Mittels Alkohol, Natrium oder Ammonsulfat läßt sich das Gift sowie bekanntlich bakterielle Toxine fällen und in trockener Form gewinnen. (Aber sowie man es vorzieht, antitoxisches Diphtherie- und Tetanusserum mit flüssigen Toxinen zu erzeugen, bietet die Immunisierung mit gefällten Schlangengiften auch keinen Vorteil.) Auf frische Giftlösungen reagieren die Pferde stärker, daher ist die Immunisierung mit abgelagerten flüssigen Giften vorzunehmen. Für Serumbestimmungen werden Giftlösungen frisch bereitet (s. Testgift). Wichtig ist auch, die Sterilität der Giftlösungen zu prüfen, da häufig Verunreinigungen mit Bakterien, namentlich mit anaëroben, auf den Gang der Immunisierung störend wirken können, in solchen Fällen empfiehlt sich die Filtration durch Berkefeld- oder Chamberland-Kerzen, wodurch allerdings das Gift eine Abschwächung erfährt.

Die Methoden, welche für die Immunisierung der Pferde mit bakteriellen Toxinen bekannt sind, lassen sich auch bei der Gewinnung der Schlangensera anwenden. Die Immunisierung auf dem Prinzip der aktiven Immunisierung mit steigenden Giftdosen nach Behring ist die meist geübte. Calmette, dem die Einführung der

Serumbehandlung der Schlangenvergiftung zu danken ist, beginnt mit 0,5 mg Kobragift, dem Kalziumhypochlorid 1% zugesetzt wird, und geht in Intervallen von 3—4 Tagen mit steigenden Giftdosen, die immer weniger Kalziumhypochlorid enthalten, vor, bis 2 g (80 tödliche Dosen) anstandslos vertragen werden. Die Immunisierung ist sehr langwierig, da die Pferde sehr empfindlich sind und häufig an Endokarditis bzw. Nephritis zugrunde gehen. Auch sind subkutane Abszesse sehr störend. Wichtig ist hierbei, Körpertemperatur und Gewicht der Tiere genau zu berücksichtigen. Sobald die Tiere 2 g vertragen, erfolgt 12 Tage nach der letzten Injektion der 1. Aderlaß (8 l) und 2 weitere in Abständen von 6 Tagen je 6 l. Danach werden die Pferde 3 Monate außer Dienst gesetzt, bekommen aber nach 1 und 1½ Monaten je 2 g Gift und erst dann werden sie wieder weiter behandelt. Die Immunisierung dauert 16 Monate. Bei der Gewinnung des polyvalenten Serum werden die Pferde erst mit Kobragift vorbehandelt und dann erst mit Viperngift wieder weiterbehandelt.



Fig. 91.

Die Prüfung des Serum nach Calmette an Kaninchen ist folgende:

a) 1,5 ccm Serum + 1 mg Gift intravenös Kaninchen;

b) 2 ccm Serum subkutan Kaninchen (2 kg) präventiv nach 2 Stunden 1 mg Gift;

c) 2 ccm Serum intravenös nach 5 Minuten 1 mg Gift.

Die Tiere sollen überleben. Die Kontrolltiere mit 1 mg intravenös sterben in 30 Minuten, subkutan in 2—3 Stunden.

Die Testgiftlösungen bereitet Calmette so, daß 0,1 g Trockengift in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung gelöst wird, auf 42° ¼ Stunde erhitzt und durch Papierfilter filtriert. $^1/_{10}$ ccm dieser

Giftlösung enthält 1 mg. Die Giftlösung hält sich im Eiskasten durch einige Zeit.

Vital Brazil hat sich mit der Frage der Immunisierung der Pferde eingehend beschäftigt und gibt folgende Methode an:

Das gewonnene Gift wird zentrifugiert, durch Papierfilter filtriert, getrocknet und dann in 50%igem Glyzerin gelöst, danach bleibt es einige Zeit bei 37°, wobei bakterielle Verunreinigungen verschwinden sollen, ohne daß die Giftigkeit abnimmt. Die gelagerten Gifte werden zur Immunisierung verwendet. Zur Serumprüfung werden die Giftlösungen frisch bereitet.



Fig. 92.

Vital Brazil verwendet Pferde und Maulesel. Pferde, die gutes Diphtherieantitoxin liefern, sind auch gute Produzenten des Schlangenserum. Die Immunisierung wird entweder mit reinen Giftmengen, $^1/_{500}$ mg, $^1/_{100}$ mg usw. begonnen und alle 4—5 Tage zu größeren Dosen gestiegen, wobei stets Körpergewicht und Temperatur im Auge behalten wird. Auch die Methode Serum intravenös 24 Stunden vorher, dann höhere Giftdosen subkutan oder Mischung (Serum + Gift) zu injizieren, geben gute Resultate insofern, als die Immunisierungsdauer stark abgekürzt wird.

Im Institut Butantan sind folgende Immunisierungsschemen üblich:

A. Monovalentes Serum. Antilachesisserum.

Immunisierung mit Lachesisgift (Lach. Jararaca) alle 4—5 Tage.

a) Gift + Serum.

mg Gift				ccm	mg Gift				ccm	
10	neutralisiert	mit	Serum	8	120	neutralisiert	mit	Serum	100	
15	,,	,,	,,	12	150	,,	,,	,,	125	
20	,,	,,	,,	16	180	,,	,,	,,	150	
30	,,	,,	,,	24	220	,,	,,	,,	90	
40	,,	,,	,,	36	250	,,	,,	,,	75	
50	,,	,,	,,	40	300	,,	,,	,,	90	
60	,,	,,	,,	48	350	,,	,,	,,	400	Aderlaß
90	,,	,,	,,	80						

Pause nach 2 Monaten Reinjektion.

mg Gift				ccm	
50	neutralisiert	mit	Serum	450	
100	,,	,,	,,	450	
150	,,	,,	,,	500	Aderlaß
200	,,	,,	,,		
250	,,	,,	,,		
300	,,	,,	,,		
400	,,	,,	,,		
400	,,	,,	,,		

b) Immunisierung mit Gift allein $^1/_{500}$, $^1/_{100}$, $^1/_{10}$ mg, 1, 2, 3, 4, 7 mg steigende Dosen.

B. Monovalentes Serum. Anticrotalusserum.

Immunisierung mit Crotalusgift (Crot. Terrif.) alle 4—5 Tage (ebenso wie die Immunisierung mit Lachesisgift).

a) Gift + Serum.

Nach 2 Monaten Reinjektion.

mg Gift				ccm
20	neutralisiert	mit	Serum	200
50	,,	,,	,,	250
65	,,	,,	,,	300
80	,,	,,	,,	400
100	,,	,,	,,	500
130	,,	,,	,,	500
160	,,	,,	,,	600

b) mit Gift allein $^1/_{500}$, $^1/_{100}$, $^1/_{10}$, 1, 2, 3, 4, 7 mg steigende Dosen.

C. Polyvalentes Serum.

Antibothrops. Immunisierung mit Lachesisgiften (Lach. Jararaca, alternata, Jararacucu, cotiara).

Antiophidisches Serum (abwechselnd Crotalus und Lachesisgifte). Die Immunisierung erfolgt entweder mit Serum und Toxingemischen oder mit Gift allein.

D. Die Aderlässe werden nach folgendem Schema durchgeführt. Zum Beispiel

a) Antilachesis letzte Injektion 400 V.-L. 8 Tage später 6 l Blut, Wert 1,4 mg V.-J.

Nach	6	Tagen	350 V.-L.
,,	4	,,	400 V.-L.
,,	8	,,	Probeaderlaß
,,	3	,,	Aderlaß 6 Liter
,,	5	,,	400 V.-L.
,,	4	,,	450 V.-L.
,,	8	,,	3. Aderlaß
,,	4	,,	4. Aderlaß. Pause 2 Monate

b) Antiophidisches Serum, letzte Injektion 350 V.-Crot., nach 6 Tagen Aderlaß, 2 Tage nachher 200 V.-Lach., dann alle 5 Tage 350, 350, 300, nach 8 Tagen Aderlaß, Wert 0,2 V.-C. 1—2 V.-J.

Weitere Injektion alle 4—5 Tage 300 V.-L., 300 V.-C., 400 V.-L., 400 V.-C. Nach 8 Tagen Aderlaß. Pause.

Die Prüfung des Serum nach VITAL BRAZIL erfolgt folgendermaßen:

1 ccm Serum wird mit verschiedenen Giftmengen gemischt und auf 2 ccm mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt. Die Proben bleiben 1 Stunde bei 37° und dann mit der stärksten Giftdose beginnend, in die Flügelvene der Taube injiziert. Stirbt die Taube, geht man zu den nächst kleineren Giftdosen über, bis man die Mischung gefunden hat, bei welcher die Taube überlebt. (Bei der Prüfung des Antibothropsserum werden 20 Minuten als Prüfungszeit angenommen, beim Crotalusserum ist die Beobachtungszeit 24 Stunden.)

Die Sera werden — wenn dieselben nicht vollwertig sind — mittels Ammonsulfat konzentriert, um die folgenden Werte zu erhalen:

Antilachesisserum	soll	neutralisieren	1,5—3 mg V.-L.
Antibothropsserum	,,	,,	1,5 V.-L.
Anticrotalusserum	,,	,,	0,8—1,0 V.-C.
Antiophidisches-Serum	,,	,,	0,4 V.-C. 1,0 V.-L.

Die als wirksam sich erweisenden nativen oder konzentrierten Sera werden in Ampullen oder Ampullenspritzen verfüllt[1]).

Bezüglich der Mengen, die zur Behandlung der Bisse beim Menschen notwendig sind, liegen einzelne experimentelle Grundlagen vor. Nach CALMETTE genügt 1 ccm Serum, um eine Maus (25 g) gegen 0,5 mg Kobragift (10fach let. Dos.) zu schützen; wenn Gift 15 Minuten vorher injiziert wurde, dann ist die 3fache Serummenge notwendig. Die kleinste heilende Serummenge ist umgekehrt proportional dem Gewicht des Tieres. GUÉRIN hat Heilversuche an Hunden angestellt und fand, daß, wenn 10 ccm imstande sind, vorher vergiftete Hunde (2 Stunden) zu heilen, nach 3 Stunden 20 ccm notwendig waren. Spätere Behandlung mit Serum war erfolglos, da die Lähmung des Respirationszentrums schon zu

1) VITAL BRAZIL hat die antitoxischen Komponenten nach der Methode BANZHAF und HOMER mittels Ammonsulfat konzentriert. HUGH, ACTON und KNOWLES sowie VITAL BRAZIL fanden, daß die Antitoxine in der Pseudoglobulinfraktion enthalten sind.

weit vorgeschritten war. Auch hier dürfte das oberste Prinzip der Serumtherapie, welches DÖNITZ in seinen grundlegenden Heilversuchen ermittelt hat, Geltung haben, nämlich die frühzeitige Behandlung[1]). Auf Grund der Versuche von GUÉRIN will CALMETTE folgende Richtschnur für die Behandlung geltend machen:

1. Die Menge des Serums, welche erforderlich ist, um die Vergiftung des Tieres durch eine gleichbleibende Giftdosis zu verhindern, muß um so größer sein, je empfänglicher das Tier für das Gift ist.

2. Bei derselben Tierart und gleicher Giftdosis ist die zur Verhütung der Vergiftung erforderliche Serummenge um so größer, je später der therapeutische Eingriff stattfindet.

Auf den von der Kobra gebissenen Menschen (60 kg) angewendet, würde man soviel Serum injizieren müssen, als nötig ist, um 6 mg Gift zu neutralisieren (mehr als die untertödliche Dosis). Aus der Erfahrung ergibt sich, daß 10—20 ccm Serum genügen (CALMETTE, Kolle-Wassermann, 2. Aufl., S. 1407).

VITAL BRAZIL hat in Heilversuchen vergiftete Hunde noch nach 4 Stunden mit 10 und 20 ccm heilen können. Die Behandlung soll frühzeitig erfolgen und wenn nach 6 Stunden keine Besserung erfolgt, soll eine 2. Injektion gemacht werden. Bei schweren Vergiftungen (Crotalinae) empfiehlt sich 30 ccm Anticrotalus-, Antibothropsserum oder 60 ccm antiophidisches Serum zu injizieren. Letzteres wird verwendet, wenn die Schlangenart unbekannt ist. HUGH ACTON und KNOWLES empfehlen große Dosen (100 ccm) auf Grund ihrer interessanten Heilversuche an Ratten und Affen mit Kobra- und Daboiagift (s. Näheres in der ausführlichen Arbeit).

Die Testgiftlösungen werden so gewonnen, daß das frisch gewonnene Gift einige Stunden scharf zentrifugiert, vom Sediment abgehoben, durch Papierfilter filtriert und bei 37° getrocknet wird. Von diesen Trockentestgiften werden stets die zu benutzenden Giftlösungen frisch gemacht. Durch Versuche konnte ermittelt werden, daß die gleiche Dosis der Testgiftlösungen nicht immer die gleichen Resultate ergibt. Es hat sich gezeigt, daß die sogenannten Testgifte nicht konstant in ihrer Giftigkeit sind, wie man anzunehmen geneigt ist, die tödliche Dosis soll daher für jede neue Einstellung der Trockengifte bestimmt werden. (Aus diesem Grunde haben

1) Nach FAYER sterben in Indien 22% der Schlagenbisse in weniger als 2 Stunden.

wir die Giftmengen nicht in absoluten Zahlen angegeben, sondern in tödlichen Giftdosen, da, wie bemerkt, die absoluten Zahlen einmal mehr, ein andermal weniger Giftdosen enthalten.) Es wird notwendig sein, international auch eine Testgiftlösung festzulegen, deren einfache tödliche Dosis nicht variabel ist (indirekte Bestimmung).

Die von KRAUS und seinen Mitarbeitern DOERR, SCHWONER, BÄCHER, RUSS, PŘANTSCHOFF, PRIBRAM beim antitoxischen Diphtherie-, Dysenterie- und Vibrionenserum nachgewiesene Avidität der Antitoxine, konnte auch bei antitoxischen Schlangensera gefunden werden. Der von KRAUS vertretene Standpunkt, daß die Avidität bei der Wertbestimmung kurativer Sera besondere Berücksichtigung erfahren sollte, gilt nunmehr auch für Schlangensera. (Die folgenden Ausführungen sind eine Zusammenfassung der zum Teil schon veröffentlichten Arbeiten darüber [1.—5. Mitteilung, M. m. W. 1923/24 und 1.—7. Mitteilung, Brazil med. 1923]).

Als prinzipielles Ergebnis der Untersuchungen von KRAUS konnte ermittelt werden, daß die für gewisse bakterielle Toxine und Antitoxine festgestellten Tatsachen über Avidität auch für die Schlangensera Geltung haben. Die Variabilität der Testgifte einerseits und diejenige der Avidität der Sera macht es notwendig, eine internationale Einheit nicht nur der Testgifte, sondern auch der Sera festzulegen und eine Einheitlichkeit der Prüfungsmethoden auszuarbeiten, welche sowohl Neutralisations- als auch Aviditätswert berücksichtigen.

Wertbestimmung nach HOUSSAY und NEGRETTE. Die Autoren fanden, daß die Menge des neutralisierten Giftes in Milligramm eine Funktion aus dem Quadrat der Wurzel der Serumquantität ist, die in Zehntelkubikzentimeter ausgedrückt wird. Mittels dieser Formel hat HOUSSAY den Wert des antiophidischen Serums gegenüber dem Gift der L. alternata berechnet.

Beispiel:

Serum 10 Zehntel ccm (= 1 ccm) in 2 ccm Vol. neutralis. 3,3 mg Gift Lach. (3,3 ist die Quadratwurzel von 10)

0,5 ccm neutralis. 2,25 mh (2,25 ist die Quadratwurzel von 5)
0,1 ,, ,, 1,15 ,,
angenommen 1 ccm neutralisiert 1,7 mg in diesem Fall
0,5 ,, 1,15 ,,

$$\frac{V\ 10}{V\ 5} \quad \frac{3,3}{2,15} = \frac{1,7}{x} \times 1,15$$

Auf diese Weise können die Mengen Gift bestimmt werden, die durch andere konzentrierte Sera neutralisiert werden. Die gefundenen und berechneten Werte sind approximativ gleich. Nicht bloß für native Sera, sondern auch für die antitoxischen Pseudoglobuline gilt die gleiche Formel.

Houssay schlägt vor, solange zur Wertbestimmung kein Testserum fixiert ist, als Grundlage das Testgift zu benutzen und die Einheit nach der angegebenen Formel auszudrücken. (Als Versuchstiere benutzt Houssay auch Sperlingé, Sycalis luteola oder Sycalis arvensis, indem er die Hälfte der zu injizierenden Dosis in den M. pector. injiziert.)

(Interessant ist auch die Beobachtung, die bereits Vital Brazil gemacht hat und die Houssay bestätigt, daß konzentrierte Sera relativ weniger neutralisieren als verdünnte.)

Wenn auch die von Houssay berechnete Formel für praktische Serumprüfung nicht in Frage kommen dürfte, so hat sie immerhin Interesse insofern, als sie die Vorgänge, welche sich zwischen Toxin und Antitoxin abspielen, beleuchtet und darauf hinweist, daß es sich um Prozesse, die zwischen Kolloiden und Nichtkolloiden ablaufen, handle. (Beachtenswert ist, daß die Verdauung des Eiweißes durch Magensaft nach der gleichen Formel verläuft, die vor Jahren im Laboratorium von Huppert und Schütz ermittelt hat [Schützsche Regel]).

Wertbemessung mittels Präzipitation. In der Einleitung wurde angeführt, daß den Präzipitinen, gewonnen mit Schlangengiften (Präzipitinogen), eine Spezifität zukommt und daß man versucht hat verwandtschaftliche Beziehungen der Schlangenarten auch auf diesem biologischen Wege zu ermitteln. Calmette und Massol haben sich bemüht, mittels dieser Reaktion in vitro den antitoxischen Wert des Serum zu bestimmen. Sie konnten aber zeigen, daß diese Wertbestimmung nur approximativ ist und keinen Anspruch auf Exaktheit machen kann. Houssay und Negrette fanden, daß zwischen antitoxischen und präzipitierenden Eigenschaften der Sera nicht immer ein Parallelismus besteht.

(Anzuführen wäre noch, daß diese Bestimmungsmethode mittels Ausflockung, die Calmette zuerst angewendet hat, beim antitoxischen Diphtherieserum nach Ramon praktisch brauchbare Resultate liefert.)

Antibothrops- (mono- und polyvalent), Anticrotalus- und antiophidisches Serum.

Eine international festgelegte Wertbestimmung der Schlangensera gibt es bis heute nicht, was aber ebenso wünschenswert wäre wie es bei anderen antitoxischen Seren der Fall ist.

Calmette bestimmt die Sera in der Weise, daß er sowohl den Mischungswert als auch den Wert des Serums bei getrennter Einspritzung des Giftes und Antitoxine (präventiv) ermittelt (Les venins, p. 258).

Vital Brazil prüft die Schlangensera nur in vitro, indem er 1 ccm Serum mit bestimmten Giftmengen mischt und nach 1 Stunde (37°) die Mischung intravenös Tauben injiziert.

Wertbestimmung nach Vital Brazil und Vellard.

Vital Brazil und Vellard (Ann. Pasteur 1928) schlagen neuerdings folgende Wertbestimmung vor: Sie benutzten als Maß die koagulierende Eigenschaft der Gifte von Lachesis- und Crotalusarten (beides Grubenottern, Crotalinae), indem sie die minimale Giftmenge feststellten, die ausreicht, um 1 ccm eines bestimmten mit Fluorzusatz haltbar gemachten Blutplasmas innerhalb einer Stunde bei 37° C zu koagulieren. Vom Gift der Lachesis Jararaca genügten 0,00025 mg, von dem des Crotalus waren 0,5 mg nötig. Es handelte sich hier um Giftgemische, die von etwa je 10 Tieren jeder Art entnommen waren; von Einzeltieren herrührende Gifte zeigten mäßige Verschiedenheiten. Die Autoren fanden nun, daß beim Bothropsgift (Lachesisarten) der bei Titration des Serum auf antikoagulierende Wirkung gefundene Wert mit 3 zu multiplizieren sei, um den antineurotoxischen zu erhalten. Dieses Ergebnis wurde durch den Versuch in vivo erhalten, indem je 1 ccm des zu prüfenden Serum mit verschiedenen Dosen Gift versetzt und Tauben eingespritzt wurde, bis die eben tödliche Dosis Gift gefunden war. Bei der Austitrierung der Antikoaguline des Plasmas im Vergleich zur antitoxischen Kraft der Seren wurden folgende Beziehungen untersucht: 1. Verhältnis zwischen koagulierendem Wert des Lachesisgiftes und seinem toxischen; 2. Verhältnis zwischen der toxischen Kraft des Giftes und seiner absättigenden für ein spezifisches Serum; 3. Verhältnis zwischen der koagulierenden Wirkung des Crotalusgiftes und seiner toxischen; 4. Verhältnis zwischen den Antikoagulinen und Antitoxinen eines Serum. Zu 1. ergab sich,

daß der koagulierende und der toxische Wert bei allen untersuchten Giften der einzelnen Lachesisexemplare parallel gingen (wenn sie natürlich auch nicht absolut gleich waren). Zu 2. zeigte sich, daß z. B. ein Gift, das eine 3mal geringere Maximaldosis hatte als ein anderes, nur 1,4mal soviel Antiserum absättigte als das zweite, daß demnach für ein xmal stärkeres Gift keineswegs Xmal soviel Heilserum nötig ist als beim Vergleichsgift. Außerdem zeigten Sera verschiedener Herkunft (von verschiedenen Pferden) auch noch verschiedene Werte gegenüber verschiedenen Lachesisgiften. Und schließlich fand sich bei 3 verschiedenen Trockenseren kaum ein Unterschied in der zur Absättigung benötigten Menge Lachesisgiften gegenüber, die sich in ihrer tödlichen Minimaldosis um das Dreifache unterschieden. Im ganzen also: es besteht kein festes Verhältnis zwischen der Toxizität eines Lachesisgiftes und der Neutralisationskraft eine Antilachesisserum. Zu 3.: den Fragen nach dem Verhältnis zwischen Giftwert des Krotalusgiftes und seinem Koagulationswert konnte aus äußeren Gründen nicht in befriedigender Weise nachgegangen werden. Zu 4. fand man, daß gegenüber einem bestimmten Einzelgift von Lachesis der durchschnittliche antitoxische Wert von 12 polyvalenten antibothrophischen (Lachesis) Seren 4,3mal, gegenüber einem anderen Lachesisgift 9,9mal höher lag als die minimale Koagulationsdosis; und zwar im allgemeinen das genannte Verhältnis höher bei polyvalenten Crotalusseren als bei polyvalenten Lachesisseren. Bei der Titration der antikoagulierenden und antitoxischen Kraft von frischen Anticrotalusseren, ergab sich beim Taubenversuch mit Serum und Crotalusgift, daß Antikoagulationswerte und antitoxische Werte, absolut gemessen, annähernd gleich standen.

Die Avidität (Reaktionsgeschwindigkeit) als Maß für die Wertbestimmung der Heilkraft.

Jahrelang durchgeführte Versuche (l. c.) über die Avidität verschiedener Normal- und Immunantitoxine gaben Kraus Veranlassung, die quantitative Prüfungsmethode von Vital Brazil daraufhin zu prüfen, ob sich nicht besondere Unterschiede im Antitoxinwert der Sera feststellen ließen, wenn man auch dem zeitlichen Moment der Bindungsfähigkeit Rechnung trägt.

Die Voraussetzung Vital Brazils für seine Methode war die Annahme, daß Schlangengift und Antitoxin sich langsam binden und daher 1 Stunde zur Bindung notwendig sei.

Demgegenüber seien die Versuche von Arthus (De l'anaphylaxie à l'immunité, p. 297) angeführt, die mit dem Gift der Kobra sowie auch mit Lachesis- und Crotalusgift ausgeführt wurden und ergeben haben, daß die Neutralisation des Giftes sofort erfolgt, „est un phénomène instantané". Versuche von Kraus zeigen, daß die Behauptung von Arthus in ihrer allgemeinen Fassung nicht zu Recht besteht. Die Neutralisation des Giftes durch das zugehörige Antitoxin kann sowohl langsam erfolgen, wie es Vital Brazil annimmt, als auch rasch (sofort), wie die Versuche von Arthus zeigen. Diese Verschiedenheit der Avidität (Reaktionsgeschwindigkeit) der Sera kann man nur durch eine besondere Prüfung ermitteln.

Bei den Versuchen ging Kraus so vor, daß die Sera zuerst nach der Methode Vital Brazil geprüft wurden, indem 1 ccm Serum mit verschiedenen Giftmengen gemischt und nach 1 Stunde (bei 37°) intravenös Tauben injiziert wurde.

Diese Versuche wurden durchgeführt: 1. mit frischem Serum, sofort nach dem Probeaderlaß; 2. mit frischem, konzentriertem Serum; 3. mit Serum (konzentriert), welches ein und mehrere (bis 10) Jahre im Institut Butantan aufbewahrt war.

Nachdem zuerst der neutralisierende Wert der einstündigen Mischung ermittelt worden war, wurde das Gemisch (bei gleichbleibenden Mengen) sofort injiziert.

Die Versuche, die mit frischem Serum ausgeführt sind, und zwar mit Anticrotalus — Antibothrops (monovalent, polyvalent) und mit antiophidischem Serum, ergeben, daß nach der Methode Vital Brazil (1 Stunde Serum + Gift) im allgemeinen regelmäßig höhere Werte gefunden werden als bei Mischung und sofortiger Injektion.

Zum Beispiel 1 ccm Serum von Pferd 23 (antibothrops polyvalent) neutralisiert in 1 Stunde 0,4 mg V.-L., nicht aber bei sofortiger Injektion oder 1 ccm Serum von Pferd 29 (antibothrops polyvalent) neutralisiert nicht bei sofortiger Injektion 0,3 mg V.-L., wohl aber 0,4 mg nach 1stündigem Stehen. Mit dem Serum von Pferd 27 (anticrotalus) wurde Ähnliches konstatiert. 0,4 mg V.-C. werden nach 1 Stunde neutralisiert von 1 ccm Serum, nicht aber bei Mischung und sofortiger Injektion.

Daß man auch Sera antrifft, die imstande sind, die Gifte nach 1stündiger Mischung oder nach sofortiger Injektion in gleichen Mengen zu neutralisieren, war bei der Möglichkeit der Variabilität der Avidität vorauszusehen. Allerdings kann man solche Sera seltener finden als solche, die erst nach 1stündiger Einwirkung sich als maximal wirksam erwiesen.

Die nach der Methode BANZHAF-HOMER mittels Ammonsulfats konzentrierten Sera (Pseudoglobulin) verhielten sich wie die frischen nativen Sera. So hat z. B. ein konzentriertes Serum (antiophidisch) nach 1 Stunde 0,6 mg V.-C. neutralisiert, nicht aber nach sofortiger Injektion, und nach 1 Stunde 2,4 V.-L., nicht aber 2,2 bei sofortiger Injektion. Ob durch die Manipulation des Konzentrationsverfahrens die Avidität verändert wird, müßte erst des näheren untersucht werden[1]).

In der 3. Versuchsreihe wurden ältere konzentrierte Sera in der eben besprochenen Weise untersucht und konnten gleiche Beobachtungen wie an frischen Sera angestellt werden.

Ein antibothropisches Serum (3 Jahre) neutralisierte 1,2 mg V.-L. nach 1 Stunde, nicht aber bei sofortiger Injektion; ein polyvalentes Antibothropsserum (9 Jahre) nicht bei sofortiger Injektion. Ein antiophidisches Serum (12 Jahre) hatte einen gleichen neutralisierenden Wert bei sofortiger Injektion gegen V.-C. und V.-L. wie nach einstündiger Einwirkung.

Die vorangehenden Versuche lassen sich ohne weiteres mit den Resultaten, gewonnen mit bakteriellen Antitoxinen vergleichen.

Auch bei der Auswertung des Schlangenserum, wie z. B. beim antitox. Diphtherieserum, läßt sich nachweisen, daß neben der quantitativen giftneutralisierenden Eigenschaft der Antitoxine noch eine qualitative Quote nachweisbar ist. Mittels der Kontaktprüfung nach 1 Stunde und bei sofortiger Injektion der Mischung läßt sich die sonst nicht nachweisbare Verschiedenheit der Avidität bestimmen.

Es fragt sich nunmehr, ob auch noch eine Prüfung mittels getrennter Einverleibung, und zwar zuerst Serum, dann Gift, wie es CALMETTE angibt („Getrenntwert"), sich als notwendig erweist, um eine maximale Reaktionsgeschwindigkeit des Antitoxins ermitteln zu können. Bei der Wertbemessung des Dysenterieserums (KRAUS und DOERR) konnten solche Aviditätsunterschiede, wenn Serum und Toxingemisch sofort oder getrennt injiziert wurden, ermittelt werden. Aus diesem Grunde wurden auch mit Schlangenseren vergleichende Untersuchungen über den sofortigen Mischungswert und Getrenntwert vorgenommen. Es zeigte sich bei einzelnen Sera, namentlich bei dem poly- und monovalenten Antibothropsserum, daß ein Parallelismus der Werte zwischen sofortigem Mischwert und Getrenntwert nicht immer besteht und daß daher diese

1) Die neuesten Untersuchungen von MADSEN u. SCHMIDT sprechen wohl in diesem Sinne (Zeitschr. f. Immunitätsf. 1930).



beiden Prüfungsmethoden nicht als gleichwertig angesehen werden können.

Auf Grund dieser Versuche ist es wohl gerechtfertigt, anzunehmen, daß die Kontaktmethode (1 Stunde) Vital Brazil den maximalen Neutralisationswert **in vitro** der Schlangensera anzeigt und daß der maximale Heilwert (Aviditätswert) durch den Getrenntversuch (Methode Calmette) ermittelt werden kann[1]).

Mit diesen Versuchen würde auch einer der Schlußsätze bestätigt werden können, welche Calmette und Paltauf in einem gemeinsamen Referat aufgestellt haben. In diesem Referat über neuere Immunisierungsverfahren heißt es:

1. Die Quantität Serum, welche Präventivschutz gewährt, ist bei einzelnen Sera im Verhältnis zum Neutralisationswert verschieden.

Den Satz 2, wonach die Menge Antitoxin, welche gegen eine tödliche Vergiftung präventiv schützt, viel niedriger ist als die, welche in vitro dieselbe Giftmenge neutralisiert, konnte für Schlangensera nicht ermittelt werden. Die Menge im Getrenntversuch war zumeist größer als im einstündigen Kontaktversuch oder auch größer als im sofortigen Mischungsversuch.

Über Avidität des Skorpionenserum.

Ch. Todd und V. Brazil haben fast gleichzeitig den Beweis erbracht, daß die Gifte der Skorpione antigene Eigenschaften besitzen. Todd gelang es mit dem Gift des ägyptischen Skorpions „Buthus quinquestriatus“ und V. Brazil mit demjenigen des in Brasilien weitverbreiteten „Tityus bahiensis Perty“ zu immunisieren und antitoxische Sera von Pferden zu gewinnen. Im Jahre 1915 hat dann H. R. Maurano unter Leitung von V. Brazil in einer zusammenfassenden Monographie über neue Versuche mit antitoxischem Skorpionenserum berichtet. Aus den Arbeiten von Todd, Vital Brazil, Maurano ergibt sich, daß die Skorpionengifte der verschiedenen Spezies ebenso biologisch artspezifisch sind wie die Schlangengifte. Maurano gelang es z. B. nicht, mit dem Serum von Todd das Gift des brasilianischen Tityus bahiensis zu neutralisieren.

Vital Brazil hat auch die Wertbestimmung des Serum angegeben, indem er die für Schlangensera erprobte Methode anwendet.

1) Phisalix nimmt eine präventive Substanz (Proantitoxin) an, die nicht identisch ist mit der antitoxischen.

(Das monovalente Serum von Vital Brazil, gewonnen mit dem Gift des Tityus bahiensis hat in Mengen von 1 ccm in Mischung nach 1 stündigem Kontakt bei 37° den Inhalt von 4 Giftdrüsen neutralisiert (subkut. Inj. Meerschweinchen). Konzentriertes Serum hat 10 Giftdrüsen neutralisiert.

Eigene Versuche beschäftigen sich mit der Frage, ob ähnliche Verhältnisse über Avidität, wie sie bei Schlangenseren ermittelt werden konnten, sich auch bei dem Skorpionenserum nachweisen liessen. Es wurde zunächst die Frage aufgeworfen, ob das Skorpionenserum imstande sei, das akute Skorpionengift sofort nach Mischung zu neutralisieren oder ob der von Vital Brazil bei der Schlangenserumprüfung geforderte 1 stündige Kontakt (37°) notwendig sei.

Die Serumversuche wurden mit dem Serum, welches vom Pferde stammt (vorbehandelt mit Skorpionengift Tityus bahiensis), ausgeführt.

Es ergibt sich, daß das Skorpionenserum imstande ist, nach Mischung mit dem Gift, und zwar nach sofortiger intravenöser Injektion, dasselbe zu neutralisieren. Es verhält sich ähnlich wie bei Schlangengiften, die ebenfalls bei Anwendung eines entsprechend aviden Serums mit dem spezifischen Antitoxin sofort nach Mischung neutralisiert werden können.

Über Partialantitoxine.

In der zitierten Monographie von Maurano finden sich weitere interessante Angaben über Neutralisation des Skorpionengiftes durch Schlangenserum. Die Versuche wurden von V. Brazil mit Serum von Crotalus (gegen Klapperschlangengift) und Antibothropsserum (gegen die Gifte der Lachesisarten) ausgeführt. Nach V. Brazil waren 1 ccm Serum Antibothrops- und Anticrotalusserum nicht imstande, die Vergiftungserscheinungen vollständig aufzuheben, hatten aber einen evidenten Einfluß auf den Verlauf derselben, so daß sie sogar den Tod verhüten konnten. Nach den Versuchen Mauranos hat das Antibothropsserum einen schwach antitoxischen Wert gegenüber dem Skorpionengift. Ob Maurano auch Anticrotalusserum versucht hat, sagt er nicht. Calmette und Metschnikoff geben ebenfalls an, daß das Anticobraserum einen schützenden Wert bei Meerschweinchen hat gegenüber dem Gifte des Buthus occitanus. Dagegen sagen Nicolle und Catouillard, daß dasselbe Serum unwirksam war gegen das Gift des Heterometrus maurus in Tunis. Auch Todd gelang es nicht, mit dem Serum

von Calmette das Gift des Buthus quinquestriatus zu neutralisieren.

Bei diesem Widerspruch der Angaben war es notwendig, diese Versuche zu wiederholen und die Ursache des Widerspruches bei so bekannten Autoren nicht in Versuchsfehlern zu suchen, sondern in einem ungenannten Faktor, der bis dahin als nebensächlich angesehen wurde.

Von vornherein war die Möglichkeit der Neutralisation der Gifte der Skorpione durch Schlangenserum nicht von der Hand zu weisen, wissen wir doch seit den bekannten Versuchen von Nuttal, daß identische Antigene bei entsprechender Versuchsanordnung in der Tierreihe ganz unabhängig vom zoologischen System zu finden sind.

In unseren Arbeiten über Antitoxin der El Tor-Vibrionen konnten wir zeigen, daß das Serum, gewonnen mit dem spezifischen El Tor-Toxin auch Toxine anderer Vibrionen neutralisiert. Später haben dann E. Pribram für Dysenterietoxine, Schlossberger für Antihämatoxine anaerober Bakterien ähnliches bestätigen können.

Aus diesen Gründen gingen wir daran, Nebenantitoxine gegenüber dem Gift des Tityus bahiensis in antitoxischen Serum von Schlangen zu suchen.

1. Versuch: Gift und Serum sofort intravenös injiziert. a) 0,1 mg Gift + 1,0 ccm Skorpionenserum, sofort, intravenös Taube, lebt. 0,1 mg Gift + 0,4 ccm Skorpionenserum, sofort, intravenös Taube, lebt. b) 0,1 mg Gift + 1,0 ccm Serum Calmette, sofort, intravenös Taube, †. 0,1 mg Gift + 1 ccm antiophidisches Serum (polyvalente), intravenös Taube, †.

Aus diesen Versuchen hat sich ergeben, daß weder das Serum Calmette (gewonnen mit den Giften der Colubridae), noch das antiophidische Serum (gewonnen mit dem Gift der hiesigen Lachesisarten und des Crotalus terrificus) nach Mischung und sofortiger Injektion das Skorpionengift zu neutralisieren vermochten, was mit 0,4 ccm Skorpionenserum gelingt.

Nachdem V. Brazil in seinem Versuch stets die Mischung 1 Stunde bei 37° stehen ließ, haben wir den Versuch in dieser Versuchsanordnung wiederholt. 0,1 mg Gift + 1,0 Serum Calmette, 1 Stunde bei 32°, intravenös Taube, †. 0,1 mg Gift + 1,0 ccm Serum antiophidisches Serum, 1 Stunde bei 32°, intravenös Taube, lebt.

Nach Ausfall dieses Versuches war noch festzustellen, ob sich die einzelnen Sera (Antibothrops und Crotalus) ebenso verhalten wie

das antiophidische, da die Wirkung des antiophidischen Serums entweder beiden Antitoxinen oder bloß einem zukommen könnte.

2. Versuch: a) 0,1 mg Gift + 1,0 S. antibothrops (polyvalent), sofort, intravenös, †. 0,1 mg Gift + 1,0 S. antibothrops (polyvalent), 1 Stunde bei 32°, intravenös, lebt. b) 0,05 mg Gift + 1,0 S. anticrotalus, sofort, intravenös, †. 0,05 mg Gift + 1,0 ccm anticrotalus, 1 Stunde bei 32°, intravenös, †.

Aus diesem Versuche ergibt sich, daß das Antibothropsserum imstande ist, das Skorpionengift zu neutralisieren, aber nur dann, wenn es 1 Stunde in Kontakt mit dem Gift gestanden ist, bei Mischung und sofortiger Injektion ist es nicht imstande, das Gift zu neutralisieren. Dieses Serum vermag 1,4 mg Gift (= Dosis mortal.) von Lachesis lanceolata (jararaca) nicht nur nach 1stündigem Kontakt, sondern auch nach Mischung und sofortiger Injektion zu neutralisieren, und trotzdem ist es nicht imstande, eine kaum 10fache tödliche Dosis des Skorpionenserums bei Kontakt sofort ungiftig zu machen (was erst nach 1stündigem Kontakt geschieht). Das Anticrotalserum, welches 0,4 mg Crotalusgift nach 1stündigem Kontakt und bei sofortiger Mischung neutralisiert, ist vollständig unwirksam dem Skorpionengift gegenüber.

Damit haben wir zunächst feststellen können, was frühere Beobachter wie V. Brazil, Maurano, Calmette, Metschnikoff beschreiben, daß antitoxisches Schlangenserum (antibothrops) Skorpionengift zu neutralisieren vermag, aber erst nach 1stündigem Kontakt, nicht sofort, wie es das Skorpionenserum tut oder das Schlangenserum bei sofortigem Kontakt mit dem zugehörigen Schlangengift vermag. In der Nichtbeachtung dieser Tatsache dürfen vielleicht die Ursachen für die Widersprüche in der Literatur (Nicolle, Todd) gelegen sein.

Eine weitere wichtige Tatsache ergibt sich aus den angegebenen Versuchen, die unserer Meinung nach nur durch Heranziehung der Prüfung der Aviditätseigenschaften der Antitoxine zu erklären sein dürfte.

Es wurde gezeigt, daß z. B. die Schlangenantitoxine eine verschiedene Avidität besitzen können, indem sie bei gleichbleibenden Mengen nach 1stündigem Kontakt mehr Toxin neutralisieren

können als bei sofortigem. (Stets ist aber eine sofortige Neutralisation gelungen, wenn wir weniger Gift angewendet haben.)

In den vorangehenden Versuchen vermag 1 ccm antiophidisches und Antibothropsserum nur relativ geringe Giftdosen bei 1stündigem Kontakt zu neutralisieren und ist nicht imstande bei sofortiger Einwirkung es unschädlich zu machen, trotzdem es seinem homologen Gift gegenüber außerordentlich wirksam ist auch bei sofortiger Einwirkung.

Es scheint danach, daß die Wirkung der Schlangensera auf das Skorpionengift von anderen Antitoxinen abhängig sein dürfte als von denjenigen, welche das Schlangengift neutralisieren und eine große Avidität zu diesem besitzen.

Um zu einer Erklärung dieses Phänomens zu gelangen, nehmen wir an, daß neben dem Hauptantitoxin im Schlangenserum, welches gegenüber dem Schlangengift eine maximale Avidität besitzt, Nebenantitoxine vorkommen, die mit einer viel geringeren Avidität ausgestattet sind und den 1stündigen Kontakt brauchen. Diese Nebenantitoxine sowie Nebenagglutinine dürften ihren Ursprung in einem Anteil der toxi schen Antigene der Schlangengifte haben, das aber verschieden vom Schlangengift und identisch mit dem Skorpionengift sein dürfte.

Um diese Vorstellung auf ihre Richtigkeit zu prüfen, nahmen wir an, daß auch das Skorpionenserum Schlangengift Lach. lanceolata und nicht das Crot. terrificus neutralisieren dürfte.

Wir haben aus diesem Grunde die 1—5fach tödliche Dosis Lach. lanceolata Gift mit 1 ccm des Skorpionenserums im Mischungsversuch nach 1stündigem Kontakt und sofort Tauben injiziert.

1. Versuch: 0,02 mg V.L. intravenös Taube, † innerhalb 20 Minuten. 0,02 mg V.L. + 1 ccm Skorpionenserum, sofort, intravenös, †. 0,03 mg V.L. + 1 ccm Skorpionenserum, sofort, intravenös, †.

Nach Ausfall dieses Versuches ergibt sich, daß das Skorpionenserum, welches in Mengen von 0,4 und 0,25 ccm das Skorpionengift (ca. 10fach tödliche Dosis) bei Mischung sofort neutralisiert, nicht imstande war, die 1- und 2fache tödliche Dosis des Schlangengiftes zu neutralisieren. Mit Rücksicht auf den Ausfall der vorangehenden Versuche haben wir noch einen Versuch angestellt, indem wir die Mischung 1 Stunde bei 32° stehen gelassen haben.

2. Versuch: 0,03 mg V.L. + 1 ccm Skorpionenserum, 1 Stunde bei 32°, intravenös Taube, lebt. 0,04 mg V.L. + 1 ccm Skorpionenserum, 1 Stunde bei 32°, intravenös Taube, lebt. 0,05 mg V.L. + 1 ccm Skorpionenserum, 1 Stunde bei 32°, intravenös Taube, †.

Der Versuch zeigt eindeutig, daß das Skorpionenserum ebenfalls imstande ist, wie das Schlangenserum Skorpionengift, Schlangengift (1—4fache tödliche Dosis) zu neutralisieren, aber nur dann, wenn es 1 Stunde in Kontakt mit dem Gifte gestanden ist, so wie das Schlangenserum.

Um noch weiter unsere Annahmen zu stützen, führen wir den negativen Versuch mit Gift des Crotalus terrificus an.

Es wurde gezeigt, daß das antitoxische Crotalusserum weder sofort noch nach 1 Stunde das Skorpionengift neutralisiert. Nach unserer Vorstellung enthält also das Crotalusgift kein Cotoxin, welches identisch wäre mit dem Skorpionengift. Daher findet sich neben dem Hauptantitoxin auch kein Nebenantitoxin für Skorpionengift. Es war auch anzunehmen, daß das Skorpionengift keinen antigenen Anteil enthalten dürfte, welcher identisch wäre mit dem Crotalusgift und daher dürfte im Skorpionenserum die neutralisierende Komponente fehlen.

3. Versuch: 0,001 mg intravenös Taube, † innerhalb 2 Stunden. 0,001 mg + 1 ccm Skorpionenserum, 1 Stunde bei 37°, intravenös Taube, †. 0,002 mg + 1 ccm Skorpionenserum, 1 Stunde bei 37°, intravenös Taube, †.

Aus diesen Versuchen schließen wir, daß es ebenso wie Haupt- und Nebenagglutinine auch Haupt- und Nebenantitoxine in gewissen antitoxischen Seris geben könne (El Tor, Dysenterie, anaerobe Bakterien, Schlangen-, Skorpionensera) und daß diese eine Verschiedenheit der Avidität aufweisen.

Heilversuche mit Skorpionenserum.

Nach dem Ausfall dieser Versuche war von vornherein anzunehmen, daß das Antibothropsserum, welches das Skorpionengift nur langsam neutralisiert, nicht imstande sein dürfte, irgendeinen Heileffekt auf die experimentelle Skorpionenvergiftung auszuüben.

Todd teilt mit, daß es ihm gelungen sei, bereits vergiftete Meerschweinchen mit Skorpionengift zu heilen.

Mit Rücksicht darauf, daß solche Heilversuche mit brasilianischen Skorpionen nicht gemacht wurden, und MAURANO in seiner Thesis Antibothropsserum im Notfalle gegen Skorpionenvergiftungen empfahl, haben wir Heilversuche mit diesem Schlangenserum und mit Skorpionenserum angestellt.

Um den natürlichen Verhältnissen mehr zu entsprechen, wurden in den folgenden Versuchen an Stelle einer dosierten Giftlösung, wie es in der vorangehenden Mitteilung geschah, lebende Skorpione (Tityus Bahiensis) verwendet. Der Versuch gestaltet sich in der Weise, daß man die Versuchstiere (Tauben) in die Haut des Brustmuskels (nachdem man die Federn entfernt hat) von einem oder mehreren Skorpionen stechen läßt. Die Versuchstechnik ist sehr einfach. Man faßt den Skorpion mit einer langen Pinzette knapp am 1. Schwanzsegment und dirigiert den Stachel gegen die Haut, in die er sich zumeist sofort einhackt.

In jedem Versuch wurden Kontrollen vorher durchgeführt, um festzustellen, wie viel Skorpione den Tod der Taube in 1 Stunde herbeiführen können.

Der Verlauf der Vergiftung und die Erscheinungen sind die gleichen, wie sie in der 2. Mitteilung beschrieben wurden. Zumeist genügt ein Stich eines Skorpions, um innerhalb von 15 Minuten Lähmung und innerhalb 1 Stunde den Tod der Taube herbeizuführen. (Versuche, die wir mit Meerschweinchen und Kaninchen angestellt haben, erwiesen ebenfalls die Wirksamkeit des Stiches eines einzelnen Skorpions, dessen Stich in 1 Stunde den Tod bewirkte. Bei diesen Versuchen wurde ich an zwei verschiedenen Tagen in den Finger gestochen, hatte aber außer stundenlangem Schmerz weder lokale, noch irgendwelche allgemeine Erscheinungen. Katzen scheinen nach den Angaben der Literatur immun zu sein. Ich ließ bis 15 Skorpione junge Kätzchen an der Bauchhaut stechen, ohne daß man irgendwie Symptome der Vergiftung beobachten konnte.)

1. Versuch: Tauben, intravenös präventiv, Serum und nach 15 Minuten Stich: 0,5 Skorpionenserum, nach 15 Minuten Stich, 1 Skorpion, lebt. 1,0 Skorpionenserum, nach 15 Minuten Stich, 2 Skorpione, lebt. 1,0 Skorpionenserum, nach 15 Minuten Stich, 4 Skorpione, †. 1,0 Skorpionsenerum, nach 15 Minuten Stich, 6 Skorpione, †. 2,0 Skorpionenserum, nach 15 Minuten Stich, 4 Skorpione, lebt. 2,0 Skorpionenserum, nach 15 Minuten Stich, 6 Skorpione, †. 1,0 Antibothropsserum, nach 15 Minuten Stich, 1 Skorpion, †.

1,0 Antibothropsserum, nach 15 Minuten Stich, 2 Skorpione, †.
2,0 Antibothropsserum, nach 15 Minuten Stich, 2 Skorpione, †.
2,0 Antibothropsserum, nach 25 Minuten Stich, 3 Skorpione, †.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, was nach den früheren Versuchen zu erwarten war, daß das Antibothropsserum, welches das Skorpionengift nur nach 1stündigem Kontakt und nicht sofort nach Mischung neutralisiert, nicht einmal imstande ist, einen präventiven Schutz auszuüben. Die sekundären Antitoxine neutralisieren wohl das Gift in vitro (Kontaktwirkung), sind aber nicht imstande, im Organismus dasselbe zu neutralisieren, da ihnen die notwendige Avidität dem Skorpionengift gegenüber fehlt. (Das Skorpionenserum, wie in der vorigen Mitteilung gezeigt wurde, ist relativ schwach und so erklärt sich, daß es in Mengen von 2 ccm nicht imstande ist, gegen 6 Skorpionenstiche zu schützen.)

Die Hauptantitoxine des Skorpionenserums sind imstande, das Gift sofort nach Kontakt zu neutralisieren und vermögen dementsprechend auch präventiv die Tiere zu schützen.

Die nächste Versuchsreihe wird zeigen, daß die Avidität des Skorpionenserums dem Gift gegenüber so groß ist, daß das Serum auch die vergifteten Tiere zu heilen vermag.

2. Versuch: Skorpionenstich und sofort nachher intravenös Serum. 1 Skorpion, sofort nachher intravenös 1 ccm Skorpionenserum, lebt. 1 Skorpion, sofort nachher intravenös 0,5 ccm Skorpionenserum, lebt. 2 Skorpione, sofort nachher intravenös 1,0 ccm Skorpionenserum, lebt. 2 Skorpione, sofort nachher intravenös 0,5 ccm Skorpionenserum, lebt. 1 Skorpion, sofort nachher intravenös 1,0 ccm Bothropsserum, †. 1 Skorpion, sofort nachher intravenös 1,0 ccm Bothropsserum, †. Kontrolle: 1 Skorpion, †. 1 Skorpion, †.

Man sieht daraus, daß das Skorpionenserum im Heilversuch bei bereits vergifteten Tieren sich als wirksam erweist. Im folgenden Versuch wird die Heilkraft des Skorpionenserums noch besser dokumentiert, da es auch 5 Minuten nach der Vergiftung noch zu heilen vermag.

3. Versuch: Skorpionenstich und 5 Minuten nachher intravenös Skorpionenserum. a) 3 Skorpione, nach 5 Minuten intravenös 1 ccm Serum, lebt.

Dieser Versuch zeigt, daß auch bei vorgeschrittener Vergiftung, solange keine Lähmungserscheinungen sichtbar sind, dem Serum Heilwirkung zukommt.

Über Haupt- und Nebenantitoxine. (Versuche mit Elaps- und Skorpionenserum.)

Einen weiteren Beitrag für die hier diskutierte Frage brachten die Versuche von Kraus mit Skorpionenserum.

In diesen Versuchen wird gezeigt, welche Bedeutung der Avidität als kurativer Faktor der Antitoxine zukommt. Es zeigt sich wiederum, daß die Neutralisationskraft in vitro allein kein Maß der Heilkraft eines Antitoxins sein dürfte. Nur durch direkte Prüfung der Avidität im Organismus kann man die kurativen Eigenschaften der Antitoxine feststellen[1]). **Kraus nimmt daher an, daß neben Antitoxinen mit kurativen Eigenschaften es auch solche gibt, die keine kurativen, nur giftneutralisierende Vitro-Eigenschaften besitzen können.**

Über Paraspezifität und Avidität monovalenter Sera.

Durch die Untersuchungen von Lamb ist nachgewiesen worden, daß Präzipitine, gewonnen mit dem Gift der Kobra (Naja tripudians), nicht nur mit den Giften verwandter Spezies, sondern auch mit den Giften weit entfernter Schlangen, wie z. B. der V. Russelli, präzipitieren. Auch liegen diesbezügliche Versuche von Flexner und Noguchi, Houssay und Negrette, Lucas de Assumçao vor. Die Autoren fanden ebenfalls ein Übergreifen der Reaktion auf zoologisch verwandte Arten (relative Spezifität).

Daß das Calmette-Serum, gewonnen mit dem Gift der Familie der Colubriden, unwirksam gegen Biß der Viperiden (Crotalinae) ist und umgekehrt, hat Vital Brazil u. a. bewiesen (Collect. S. 43, 49).

Arthus hat experimentell gezeigt, daß Kobraserum eine geringe Wirksamkeit gegen das Hamadryasgift (Naja bungarus) besitzt und daß Antibothropsserum und Anticrotalusserum das Gift des Crot. adamanteus neutralisieren. Arthus kommt zu dem Schluß, daß die verschiedenen Schlangengifte zoologisch als verwandt anzusehen sind.

---

1) Für Diphtherieantitoxine haben Ramon, insbesondere aber Madsen und L. Schmidt die zeitliche Flockungsfähigkeit in vitro als Maß der Reaktionsgeschwindigkeit angenommen. In der letzten Arbeit kommen Madsen u. Schmidt l. c. auf Grund neuer Versuche zu der Schlußfolgerung, daß die jahrelange Streitfrage über Avidität zugunsten der Theorie von Kraus gelöst sein dürfte.

Vital Brazil gibt an (Collect., S. 132), daß Antibothropsserum, welches 55 tödliche Dosen Lach. Jar. neutralisiert, 4 tödliche Dosen Crotalus zu neutralisieren imstande ist, und ein Anticrotalusserum (600 Dosen) nur 3 Dosen L. J. oder ein anderes Anticrotalusserum (1200 Dosen) neutralisiert (Defense, S. 243) 1 t. D. L. Alternata, 1 L. Atrox, 2 L. Jararacucu.

Da über die Frage der Reaktionsbreite der monovalenten Antitoxine keine eingehenderen Arbeiten in der Literatur vorlagen, hat Kraus diese Lücke ergänzt. Nicht bloß darum hat es sich gehandelt, den Grad der Spezifität der Antitoxine gegenüber den verwandten Giften zu ermitteln, sondern daneben auch den Aviditätsgrad des Antitoxins den verwandten Giften gegenüber festzustellen.

Anticrotalusserum.

Es ergibt sich aus den Versuchen, daß Anticrotalusserum imstande ist, auch Gifte der Lachesisarten zu neutralisieren, und zwar nicht bloß nach einstündigem Kontakt bei 37°, sondern auch nach Mischung und sofortiger Injektion. Der antitoxische Wert dieses Serum gegenüber den Giften der Lachesisarten ist allerdings gering, so daß die Frage mehr theoretisches als praktisches Interesse hat. Aber in Anbetracht der vollständigen Wirkungslosigkeit des antitoxischen Serum von Calmette (Colubridae) gegenüber den Bissen der südamerikanischen Schlangen (Viperidae), ist die Tatsache vom Standpunkt der zoologischen Verwandtschaft immerhin wichtig und interessant.

Auch bei getrennten Injektionen läßt sich die antitoxische Wirkung des Crotalusserum gegenüber den Lachesisgiften nachweisen. Danach neutralisiert das Crotalusantitoxin nicht nur Crotalusgift, welcher zur Immunisierung benutzt wurde, sondern auch Lachesisgift, und zwar nicht nur den Kontakt, sondern auch den Getrenntwert, so daß es für beide Gifte die gleiche Avidität (Hauptantitoxin) aufweist.

Monovalentes Antibothropsserum (L. Jararaca).

Über die Neutralisierbarkeit der verschiedenen Lachesisgifte mit antitoxischem, monovalentem Bothropsserum liegen ebenfalls keinerlei Angaben vor. Mit Rücksicht auf die vorangehenden Versuche war es interessant, zu sehen, ob die mit einem bestimmten

Lachesisgift erzeugten Antitoxine die Gifte der anderen Lachesisarten besser zu neutralisieren imstande waren und in viel höherem Grade, als es das Crotalusserum vermag. Zunächst ergibt sich, daß das monovalente Serum, gewonnen durch Immunisierung mit Gift der L. J., die Gifte der anderen Lachesisarten zu neutralisieren imstande ist, und zwar vielfache Mengen der letalen Dosis. So z. B. neutralisiert ein monovalentes Serum = 100 Dosen L. J., 40 Jararacucu, 25 Atrox, 15 Neuwiedii, 10 Urutú, 10 Muta und 8 Cotiara. Die neutralisierten Giftwerte sind aber um das 2½-, 4-, 7-, 10fache kleiner als die neutralisierte Menge des Jararacagiftes, desjenigen Giftes, welches zur Immunisierung benutzt wurde. Die Mengen der Gifte der verschiedenen Lachesisarten, die von dem monovalentem Serum neutralisiert werden, sind auch, untereinander verglichen, verschieden. Die Gifte der L. Jararacucu, Atrox werden in viel höherem Maße neutralisiert als z. B. solche der L. Cotiara und L. Muta. Es dürfte sich in diesen Versuchen vielleicht doch eine zoologische Verwandtschaft ausdrücken, die noch deutlicher zum Ausdruck kommt in Versuchen mit Crotalusgift. 1 ccm monovalentes Bothropsserum vermag nicht einmal die 4fache tödliche Giftmenge Crotalusgift in 1 Stunde zu neutralisieren.

Das monovalente Bothropsserum ist auch imstande, nicht bloß nach Kontakt in 1 Stunde die verschiedenen Lachesisgifte zu neutralisieren, sondern sofort nach der Mischung. In diesen Versuchen zeigt sich deutlich die Verschiedenheit der Avidität. Zum Beispiel das Serum 1, welches nach einstündigem Kontakt 120 l. D. L. J. neutralisiert, vermag auch sofort 70 L. J. zu neutralisieren; vom Jararacucugift werden 30 l. D. nach 1 Stunde, aber nicht sofort, vom Atrox 18 l. D. nach 1 Stunde, aber nicht 14 sofort neutralisiert usw. Und noch eklatanter kommt die Avidität bei den Versuchen bei getrennter Injektion zum Ausdruck.

Wenn wir die Resultate dieser Versuche mit denjenigen, gewonnen mit Crotalusserum, vergleichen, so sind die Werte des monovalenten Bothropsserums für die verschiedenen Lachesisgifte größer als diejenigen des Crotalusserum, wodurch wiederum ein Verwandtschaftsgrad und die Spezifität der Sera zum Ausdruck gelangt.

Als wichtigstes Ergebnis dieser Untersuchungen mit monovalentem, antitoxischem Serum (Crotalus-, Bothropsserum) ergibt sich, daß diese Sera die Gifte verwandter Spezies (Crotalinae) zu neutralisieren vermögen. Diese monovalenten Antitoxine haben die-

selbe Avidität gegenüber den verschiedenen Lachesisgiften, wie das Hauptantitoxin des Crotalusserum gegenüber dem der Lachesis Jararaca.

Vital Brazil hat, nachdem er die Unwirksamkeit des Calmetteschen Serums (gewonnen mit dem Gifte der indischen Colubriden) gegenüber den Giften der südamerikanischen Giftschlangen (Viperidae, Crotalinae), die praktisch in Frage kommen, erkannt hatte, Schlangensera mit den Giften dieser südamerikanischen Schlangen (Crotalus, Lachesis) dargestellt. (Auch gegen das Gift der südamerikanischen Korallenschlange [Colubridae, Elaps frontalis, corallinus usw.] ist das Calmettesche Serum unwirksam.) Vital Brazil hat monovalente Sera erzeugt: das Anticrotalusserum, gewonnen mit dem Gifte der Crot. terrif. (Klapperschlange) und gegen das Gift der Lachesis Jararaca, das monovalente Antibothropsserum. Die polyvalenten Sera (Antibothropsserum) werden mit den Giften verschiedener Lachesisarten gewonnen (L. Jararaca, Alternata, Urutu, Jararacucu, Atrox, Neuwiedii), indem gleiche Giftmengen gemischt und subkutan in steigenden Dosen den Pferden einverleibt werden. Dieses Serum empfiehlt Vital Brazil gegen Bisse aller südamerikanischen Lachesisarten.

Polyvalentes Antibothropsserum.

Nähere Angaben darüber, warum der Wert des polyvalenten Serum nur gegenüber dem Gift der L. J. geprüft wird und nicht auch dessen Neutralisationswert gegenüber den anderen zur Immunisierung verwendeten Lachesisgiften (Jararacucu, Atrox, Neuwiedii, Alternata) ermittelt wird, finden sich in den Arbeiten Vital Brazils nicht vor. (Nur auf S. 222 der Colectanea findet sich diesbezüglich eine Bemerkung: „Sendo poco pratico muito trabalhoso dosear os serums antipeconhentes em relaçao a todos os venenos limitamos a nosso dosajem a dois typos de veneno-Crotalico e Jararaca.“)

Versuche, ob zwischen dem Antitoxingehalt eines polyvalenten Serums gegenüber den Giftmengen der L. J. und den Serumwerten gegenüber Giften der anderen Lachesisarten auch konstante und feste Proportionen bestehen, liegen nicht vor.

Die Untersuchungen von Kraus treten dieser Frage näher, indem sie die polyvalenten Sera gegenüber anderen Lachesisgiften auswerten und festzustellen versuchen, ob die Wertbemessung für L. J., wie sie Vital Brazil vorgeschlagen hat, auch ein Maß für die Polyvalenz sei oder ob man nicht auch noch Werte gegenüber den

anderen Lachesisgiften prüfen sollte, da ja diese Sera gegen Vergiftungen der verschiedenen Lachesisarten therapeutisch Verwendung finden.

Die Versuche wurden so durchgeführt, daß zuerst der Neutralisationswert des Serums (stets 1 ccm) gegenüber dem Testgift der L. J. nach der Methode VITAL BRAZIL (1 Stunde 37°) ermittelt wird und danach der sofortige Mischwert für L. J. (Aviditätsprüfung).

Es wurden verschiedene polyvalente Antibothropssera (zum großen Teil konzentrierte und Serumgemische verschiedener Pferde), mit verschiedenen Werten für L. J. nach VITAL BRAZILS Methode gemessen, auf ihren Mischwert gegenüber L. J. geprüft. (Da es sich nicht um eine Auswertung für praktische Zwecke gehandelt hat, wurde der Wert meist nur von 5 bis zu 10 tödlichen Dosen ermittelt und womöglich der Todwert gesucht.)

Wenn wir das Mittel der Serumwerte aus den gefundenen Werten für L. J., welches 72,5 tödlichen Dosen entspricht, als Vergleichsmaß nehmen, so ergeben sich folgende Mittelwerte (Kontakt):

Für Jararacuçu	34	tödliche Dosen
„ Atrox	18,2	„ „
„ Alternata	51	„ „
„ Neuwiedii	58,7	„ „
„ Muta	15,5	„ „
„ Çotiara	weniger als 10	„ „

Vergleichen wir die mit der Aviditätsmethode (sofort) gefundenen Werte mit denjenigen in der Tabelle VITAL BRAZILS (1 stündigem Kontakt), so ergeben sich folgende Unterschiede:

	Nach VITAL BRAZIL	Sofortiger Wert
Für Jararacuçu	20 tödliche Dosen	34
„ Atrox	80 „ „	51
„ Alternata	84 „ „	18,2
„ Neuwiedii	53 „ „	58,7

Aus beiden Versuchsreihen geht hervor, daß der neutralisierende Wert für L. J. = 70 l. D. nicht gleich ist mit demjenigen für andere Lachesisgifte gefundenen Werte. In diesen Versuchen wurden verschiedene Sera mit verschiedenen L. J.-Werten geprüft und es ergab sich, daß die Werte hier niedriger sind als der für L. J. gefundene Mittelwert. Bei Zugrundelegung dieses Mittelwertes 75 D. l. m. für L. J. ist der Wert

Für Jararacuçu	um 41	tödliche Dosen kleiner
„ Atrox	„ 24	„ „ „
„ Alternata	„ 56,8	„ „ „
„ Neuwiedii	„ 16,3	„ „ „

Man ersieht daraus, daß der für L. J. ermittelte Wert kein Maß für die Wertigkeit der polyvalenten Sera den anderen Giften gegenüber sein kann, wie es heute nach den Angaben Vital Brazils geschieht.

Interessant ist weiter die Tatsache, daß, trotzdem Pferde mit gleichen Mengen der verschiedenen Lachesisgifte vorbehandelt sind, die besten Werte sich für Gift der L. J. ergaben, wogegen die Werte für die anderen Gifte nachstehen und auch untereinander verschieden sind. Vielleicht wird es notwendig sein, um auch für die anderen Gifte höhere antitoxische Werte zu gewinnen, die Immunisierungsmethode zu ändern. Das polyvalente Antibothropsserum wird so gewonnen, daß die Stammlösung, welche in 1 ccm = 100 mg der verschiedenen Lachesisgifte zu gleichen Teilen enthält, steigend subkutan injiziert wird. Vielleicht dürften sich aber bessere Werte ergeben, wenn man die Gifte alternierend injizieren würde, wie man es bei der Gewinnung antiophidischer Sera mir Crotalus- und Lachesisgift tut.

Jedenfalls geht daraus hervor, daß, nachdem der Wert für das Gift der L. J. nicht als Maß für die anderen Lachesisgifte angesehen werden kann, das polyvalente Antibothropsserum außerdem auf seine antitoxischen Gesamtwert zu prüfen ist. Wichtig wäre natürlicherweise, die Höhe der zu neutralisierenden Werte für die einzelnen Gifte festzulegen, wie es Vital Brazil für L. J. getan hat. Wenn eine Statistik der behandelten Fälle je nach den verwendeten Mengen des polyvalenten Serums und nach den Schlangenspezies vorliegen würde, dürften sich die Resultate der Serumbehandlung mit dem bis jetzt in Verwendung stehenden, auf L. J. geprüften Antibothropsserum vergleichen lassen und daraus ließe sich möglicherweise ein Maß für eine neue Wertbestimmung ableiten. Da man aber bis heute eine solche Statistik nicht besitzt, wird man vorderhand an dem empirischen Maß festhalten müssen.

Kraus hat dann weiter auch Untersuchungen vorgenommen, um die Unterschiede der Werte, die sich bei den verschiedenen Prüfungsmethoden ergeben, kennenzulernen. Aus diesem Grunde wurde auch die Prüfung bei getrennter Injektion nach Calmette durchgeführt. Die wenigen Untersuchungen weisen schon darauf hin, daß Unterschiede, die sich bei der Prüfung der sofortigen Injektion der Mischung und der getrennten Prüfung für L. J. ergeben haben, auch bei anderen Lachesisgiften nachgewiesen werden

können. Der Getrenntwert ergibt auch hier vielfach niedere Werte als die anderen Prüfungsmethoden.

Das polyvalente Serum neutralisiert 30 Giftdosen und mehr derjenigen Lachesisgifte, die zur Immunisierung verwendet werden, aber auch Gifte anderer Lachesisarten, die nicht verwendet werden, z. B. der Lachesis muta werden in Werten zwischen20 und 10 L. D. und der Cotiara zwischen 4 und 10 L. D. neutralisiert.

Weiter neutralisiert auch 1 ccm polyvalentes Antibothropsserum (= 100 tödliche Dosen L. J.) sowohl bei 1 Stunde Kontakt bei 37^0 als auch sofort 25 tödliche Dosen Gift der Lach. bilineata. Monovalentes Serum (L. Jararaca) vermag 25 tödliche Dosen dieses Giftes zu neutralisieren. Ähnliches konnten wir mit dem Gifte der L. Itapetiningae feststellen. Sowohl polyvalentes Antibothropsserum als auch monovalentes neutralisieren 40fach tödliche Dosen dieses Giftes bei der Kontaktmethode. Interessant ist nicht nur dieser hohe Neutralisationswert der Sera trotzdem es für die Immunisierung nicht benutzt wird, sondern, daß auch diese Neutralisierung sofort erfolgt.

Es ergibt sich natürlicherweise daraus auch die Schlußfolgerung, daß für die Herstellung des polyvalenten Antobothropsserums auch diese Gifte verwendet werden sollten, um für diese Gifte ebenfalls höhere Werte zu gewinnen, da es auch gegen Bisse dieser Schlangen Anwendung findet.

Schlangensera, die in den verschiedenen Ländern erzeugt werden.

Zur Spezifizität der antitoxischen Heilsera.

In seiner Arbeit (Ann. Pasteur 1894) sagt Calmette: „Il n'est pas necessaire que le sérum provenienne d'un animal vaccinė contre un venin de même origine que celui qu'on introduit dans le melange; le serum d'un lapin immunisé contre le venin de Cobra, ou de vipère agit indifféremment sur tous les venins que j'ai experimenté."

Diese von Calmette behauptete Paraspezifität[1]) des Kobraserums hat sich als irrig erwiesen, so daß heute in den verschiedenen Ländern, in welchen Giftschlangen vorkommen, mit Giften der heimischen Schlangen spezifische Sera gewonnen werden. Be-

1) S. Kapitel VII, S. 130: Haupt- und Nebenantitoxine(Paraspezifität der Antitoxine).

sonders seien die Versuche von Phisalix u. Bertrand, Lamb, Martin, Rogers, Kanthak, Mc Farland, Myers und Stephens, Flexner und Noguchi, namentlich von Arthus und Vital Brazil angeführt, welche die heute allgemein anerkannte Lehre der Spezifität der Gifte und Sera begründet haben. Sehr instruktiv konnte Arthus in physiologischen Versuchen zeigen, daß Antikobraserum die Giftwirkung durch Kobragift zu paralysieren imstande sei, nicht aber das Vipernserum. Ebenso kann die koagulierende und blutdrucksenkende Giftwirkung durch Gift der Crotalinae wohl durch das homologe Serum, aber nicht durch Antikobraserum paralysiert werden.

Es werden daher auf Grund dieser Versuche in den verschiedenen Ländern mono- und polyvalente Sera mit Giften einheimischer Schlangen erzeugt, so z. B.:

Monovalente (Antivipernserum, Antikobra, Antilachesis, Antinotechis, Anticrotalus usw.), das Institut Pasteur in Paris:

- AN gegen Vergiftungen der afrikanischen Colubriden und Viperiden.
- AV gegen Bitis und Sepedon (Merremia).
- C gegen Naja und Bungarus in Indien und Ägypten.
- ER gegen Biß europäischer Vipern.

Polyvalente (Antibothropsserum, Antiophidisches Serum), monovalentes Antilachesisserum (L. Jaracaca, Anticrotalusserum): São Paulo, Butantan; Anticrotalus-Ancistrodon-Cerastes: Mc Farland, Philadelphia.

Das Antivenin Institute of America, Glenolden, Pennsylvania, erzeugt Sera für Bisse gegen Giftschlangen in Nordamerika. Kasauli in Indien, Port Elizabeth in Afrika bereiten ebenfalls Schlangensera.

Schlangensera, die von Europa nach Indien verschickt wurden, sind nach den Erfahrungen von Calmette 7—8 Jahre haltbar. Auch Vital Brazil, Houssay und Negrette haben über die lange Haltbarkeit der Sera gleiche Erfahrungen gemacht.

Die Behandlung der Schlangenbisse.

Die Furcht vor tödlichen Schlangenbißerkrankungen machen es selbstverständlich, daß man seit jeher dort, wo Giftschlangen vorkommen, Mittel gegen dieselben gesucht hat.

Die alten Römer empfahlen: Kümmel, Pfeffer oder Knoblauch mit Wein gemischt, den Gebissenen zu trinken zu geben.

Von den Brahminen wird in Indien der sogenannte Schlangenstein als Mittel verkauft. Die Analyse dieses Mittels zeigte später, daß der Schlangenstein aus tierischer Kohle besteht. Neueste Untersuchungen haben auch ergeben, daß die tierische Kohle imstande ist, verschiedene Gifte, auch Schlangengift, bei direkter Berührung zu entgiften. Trotzdem haben Versuche mit Sehlangensteinen bei der Vergiftung mit Schlangengift versagt. Außerdem wurden viele Pflanzen von den Eingeborenen als Heilmittel empfohlen.

Ganz besonders aber wird in allen Ländern vom Volke der Alkohol als Gegenmittel bei Schlangenbiß angepriesen. In Nordamerika z. B. beachtet die Landbevölkerung einen Klapperschlangenbiß verhältnismäßig wenig, solange sie Branntwein in genügender Menge hat.

Es ist selbstverständlich, daß auch in Brasilien und Argentinien bei der Landbevölkerung zahlreiche Haus- und Sympathiemittel gegen Schlangenbisse angegeben werden, z. B. wird ein lebend kreuzweise geöffneter Frosch auf die Wunde gelegt, oder die Haut der Frösche als Heil- und Schutzmittel verwendet. Die Landbewohner schlafen auf Hirschleder, um gegen Schlangen geschützt zu sein, da der Hirsch ein gefährlicher Feind der Schlangen sein soll.

Bei der Behandlung der Bisse durch Giftschlangen müssen folgende Ziele im Auge behalten werden:

1. Man muß die Verbreitung des in die Wunde gelangten Giftes verhindern;
2. man soll das in die Bißwunde gelangte Gift, wenn möglich, zerstören oder neutralisieren;
3. die allgemeinen Störungen der Organe infolge der Giftwirkung müssen dureh spezifisehe Behandlung behandelt werden.

Die Resorption des in die Wunde gelangten Giftes kann durch die Ligatur des gebissenen Gliedes verzögert werden. Die Ligatur wird zwischen der Basis des Gliedes und der Bißstelle angelegt. Für eine solche Ligatur verwendet man, da sie sofort angelegt werden muß — ein Handtueh, einen Strick, ein Taschentuch, einen Gürtel, einen Gummischlauch u. dgl. Die Ligatur muß fest angelegt werden, um den Blutfluß in der gebissenen Stelle zu stillen. Die Ligatur darf aber nicht länger als ½ Stunde dauern, sonst kann der unterbundene Teil infolge der fortgesetzten Störung des Blutkreislaufs absterben.

Nach der Anlegung der Ligatur schreitet man zur Beseitigung des Giftes aus der Wunde. Diese letztere wird erweitert und durch mehrere Schnitte vertieft, um einen reichlichen Blutfluß zu befördern. Abgesehen davon, werden Schröpfköpfe gebraucht oder die Wunde wird mit dem Munde ausgesaugt, wobei man den Speichel häufig ausspuckt und ihn in keinem Falle verschluckt. Ein solches Aussaugen kann nur dann ohne Gefahr ausgeführt werden, wenn die Mundschleimhaut nicht verletzt ist und Gaumen und Zähne nicht zum Blutfluß geneigt sind.

Man versucht noch außerdem, das Schlangengift im Organismus durch verschiedene Einwirkungen physikalischen und chemischen Charakters zu zerstören, z. B. Chlorwasser, Kaliumpermanganatlösung, Eau de Javelle, Chlorkalk, Goldchlorid u. dgl.

Der Gebrauch dieser Mittel ist auf einigen ungenügend gestützten experimentellen Angaben empfohlen worden.

Eine 1 %ige Lösung von Kaliumpermanganat hebt wohl bei der Vermischung in vitro mit dem Schlangengift dessen Wirkung auf, ist aber als Gegengift im Organismus wohl ohne jeden Heilwert.

Als ein wirksameres Mittel wird Chlorkalk in 2 %iger, wäßriger Lösung gehalten. Nach der Meinung von Bang und Overton bilden die Kalksalze mit dem Neurotoxin des Schlangengiftes eine Verbindung, welche durch das Hautepithel nicht eindringen kann, wie Versuche an Frosch-Kaulquappen gezeigt haben. Auf solche Weise wird nur freies Gift gebunden.

1 % von Chlorgold und Eau de Javelle in einer wässerigen Verdünnung von 1 : 10 können in die Umgebung der Wunde injiziert werden, doch ist der Erfolg fraglich. Die Injektionen müssen möglichst schnell ausgeführt werden, bis das Gift noch nicht resorbiert ist.

Von den symptomatischen Mitteln werden noch große Dosen von Alkohol empfohlen.

Kampfer kann, nach der Meinung von Faust, mit Nutzen als symptomatisches Mittel gebraucht werden.

Bei der Vergiftung durch das Kobragift kann auch die künstliche Atmung helfen. Arthus und Stawska (1910) haben mit einer gewissen Dosis des Kobragiftes vergiftete Kaninchen gerettet, wenn sie die künstliche Atmung ausführten. Bei Giftgaben, welche 2½—3 mg übertreffen, kann die künstliche Atmung das vergiftete Kaninchen länger am Leben erhalten, vor dem Tode aber nicht retten (Arthus).

Alle Angaben über diese Mittel haben aber der wissenschaftlicher Prüfung nicht standgehalten und nützen, so wie viele andere angepriesene Mittel, mehr demjenigen, der sie verkauft als dem, der sie anwendet.

Es empfiehlt sich zunächst die Bißwunde zu desinfizieren (Ausbrennen oder mittels Desinfektionsmittel), da mit dem Gift auch pathogene Bakterien aus der Mundhöhle der Schlange in die Wunde gelangen und Infektionen bedingen können.

Das einzig sichere Heilmittel, namentlich gegen Bisse der großen Giftschlangen, ist das antitoxische Schlangenserum. Das oberste Prinzip der Serumtherapie, welches DOENITZ in seinen grundlegenden Heilversuchen gegen Diphtherie und Tetanusgift im Institut von EHRLICH ermittelt hat, gilt auch für die Serumbehandlung der Schlangenbisse: die frühzeitige Serumbehandlung verspricht den besten Erfolg.

Die Menge des Serum, welche bei Bissen angewendet werden soll, ist auf Grund der Erfahrung und gewisser früher angeführter Heilversuche an Tieren (CALMETTE, VITAL BRAZIL) festgelegt worden.

Während wir die für eine bestimmte Tierart tödlich wirkende Giftmenge immerhin mit einer verhältnismäßigen Genauigkeit bestimmen können, obwohl die Zahlen, innerhalb gewisser Grenzen nicht unerheblich schwanken, ist dies aus begreiflichen Gründen für den Menschen nicht möglich, und man kann bei einem tödlichen Bißfall nur feststellen, wieviel Gift unter normalen Umständen von einer Schlange der betreffenden Art bei einem Biß abgegeben wird. M. PHISALIX schätzt die Giftmenge, die den Tod eines Menschen herbeiführen kann, bei Vipera aspis gegen 15 mg, während CALMETTE für das Gift der Kobra ungefähr die selbe Menge (10—14 mg), LAMB (gleichfalls für Naia tripudians) 15—17 mg angibt, FRASER aber betrachtet erst die doppelte Menge als tödlich. Die stärkste Giftwirkung soll nach ROGERS die Seeschlange, Enhydrina valakadyen, haben, mit einer tödlichen Dosis von 3,5 mg. Da aber Seeschlangen, wie WALL hervorhebt, nur äußerst selten und erst nach schweren Mißhandlungen sich zum Beißen entschließen, ist die Gefahr für den Menschen praktisch gering.

CALMETTE empfiehlt 10—20 ccm Serum gegen Bisse der Kobra; VITAL BRAZIL 10—60 ccm Serum, je nach der Zeit, die von dem Augenblick des Schlangenbisses bis zur Injektion verstrichen ist und je nach den Erscheinungen. Wenn die Erscheinungen sich trotz

Seruminjektion nicht bessern, empfiehlt sich eine Wiederholung der Injektion. Für gewöhnlich genügt eine subkutane Injektion, in schweren Fällen mit bedrohlichen Erscheinungen ist eine intravenöse Injektion angebrachter. KRAUS hat empfohlen, das Schlangenserum in automatischen Spritzen (Serulen der Behringwerke, Serorekord des Wiener staatl. serotherapeut. Inst.) abzugeben, damit jeder im gegebenen Falle die Behandlung vornehmen kann. Selbstverständlich ist es wichtig, die Art der Giftschlangen zu kennen, um das betreffende Serum injizieren zu können (s. Spezifizität). Ist es nicht möglich, die in Frage kommende Schlangenart festzustellen, so empfiehlt es sich, wie VITAL BRAZIL vorschlägt, polyvalentes Antibothropsoder antiophidisches Serum zu verwenden. Die Injektion erfolgt nach den gleichen Regeln wie für alle anderen Sera gültig ist, indem die Spitze sterilisiert wird und alle Kautelen der Asepsis bei der Behandlung zu beachten sind.

Die Behandlung mittels Schlangenserum ist eine der erfolgreichsten, so daß die Vergiftungserscheinungen in kurzer Zeit bereits verschwinden und für gewöhnlich keinerlei Nachteile zurückbleiben. Die Sterblichkeit hat dort, wo die Serumbehandlung eingeführt ist, eine wesentliche Verminderung erfahren.

X. Mortalität infolge von Schlangenbiß und Erfolge der Serumbehandlung.

Trotzdem auf Grund experimenteller Tatsachen und zahlreicher klinischer Beobachtungen über die ausgezeichnete Wirksamkeit der Serumbehandlung der Schlangenbisse (CALMETTE, VITAL BRAZIL u. a.) kein Zweifel besteht, liegen exakte statistische Daten darüber in der Literatur nur spärlich vor. In den bekannten Büchern von CALMETTE, PHISALIX sind keine statistischen Angaben über Serumbehandlung angeführt. In Brasilien hat zuerst DORRIVAL DE CAMARGO PENTEADO (Collect. Inst. de Butantan, S. 325) eine Statistik mitgeteilt, die auf Grund der an das Institut Butantan eingesandten Daten, über die mit Serum behandelten Gebissenen zusammengestellt ist. Wie außerordentlich schwer überhaupt eine solche Statistik der Mortalität infolge von Schlangenbissen zusammenzustellen ist, geht aus einer Arbeit von VITAL BRAZIL (Collect. S. 10, Rev. med. São Paulo 1901) hervor. VITAL BRAZIL versuchte eine Statistik der Mortalität der

Gebissenen in Brasilien aufzustellen und konnte in Ermangelung einer allgemeinen Statistik nur die Zahlen aus den Staaten Rio und São Paulo aus den Jahren 1897—1900 für die Berechnung der Gesamtmortalität in Brasilien zugrunde legen. In der Annahme, daß die Sterblichkeit durch Schlangenbisse in Brasilien 25% der Gebissenen beträgt und 19000 Menschen jährlich von Giftschlangen gebissen werden, würden in Brasilien jährlich 4800 Menschen zugrunde gehen. Daß diese Zahlen keinen Anspruch auf Exaktheit haben, geht aus den Worten VITAL BRAZILS hervor (Collect. S. 10): „No Brazil o trabalho de estatistica e a por fazer", d. h. in Brasilien muß erst die Statistik gemacht werden. Gleiches läßt sich auch über die Statistik in Indien behaupten[1]).

Daß bei der Ungenauigkeit der Statistik über die Mortalität infolge von Schlangbiß auch die Statistik über die Resultate der Serumbehandlung groben Fehlern unterliegt, ist selbstverständlich. Die Zahlen von CAMARGO PENTEADO in São Paulo beziehen sich auf die Jahre 1902—1916. Von 1216 gebissenen Menschen und 177 Tieren, die mit Serum behandelt wurden, wird eine Sterblichkeit von 1,8% verzeichnet. AFRANIO AMARAL hat diese Statistik auf Grund der eingelaufenen Berichte fortgesetzt und gibt folgendes an: Von 613 gebissenen und behandelten Personen sind 588 genesen und 25 gestorben. Mittlere Sterblichkeit 4,1% (die kleinste Sterblichkeit beträgt 2,3% im Jahre 1917, die größte 5,9% im Jahre 1919). Zur Ergänzung dieser Statistik führe ich die Zahlen der Jahre 1921 und 1922 an, wie sie an das Institut Butantan gelangt sind, indem die Mortalität von Mensch und Tier getrennt behandelt wird. Die Sterblichkeit beim Menschen beträgt danach etwas über 4%, wogegen die der Tiere viel höher ist, was auch aus der gleichen Zusammenstellung der Gesamtstatistik hervorgehen wird (10%).

Die folgenden angeführten Daten dieser Sammelstatistik des Institutes Butantan in São Paulo verteilen sich auf einen Zeitraum von 20 Jahren (1902—1922) und ergeben eine Gesamtzahl der gebissenen und behandelten Menschen von 1959 mit einer Sterblichkeit von 2,5%.

Eine jüngste Zusammenstellung von AFRANIO AMARAL (An. 5. Congr. Brasil. de Hyg. 1929) ergibt, daß seit 1902—1928 nach den

1) Laut indischer Statistik sollen in den Jahren 1880—1887 19 880 Menschen infolge Schlangenbiß gestorben sein. Nach CALMETTE waren im Jahre 1888 22 480, im Jahre 1889 21 412 Tote (35—40% Sterblichkeit).

Berichten des Instituts Butantan von 2822 Fällen nach Serumbehandlung 2745 geheilt wurden und 77 starben.

Eine Statistik der Resultate der Serumbehandlung, wobei jedoch die Spezies der beißenden Giftschlangen berücksichtigt wurde, konnte KRAUS mit R. FISCHER zusammenstellen.

Daraus ergibt sich, daß von 1959 gebissenen Menschen die die Mehrzahl durch:

Jararaca gebissen wurden	(738) = 37,67%
Crotalus terrificus	(295) = 15,05%
Jararacuçu	(234) = 11,94%
Alternata	(211) = 10,77%
Neuwiedii	(110) = 5,61%
Atrox	(19) = 0,96%
Cotiara, muta, Elaps.	(je 9) = 0,45%
Itapetininga	(1)

Die Gesamtsterblichkeit der 1959 mit Serum Behandelten beträgt 2,5% (bei Tieren 11,3%).

Berücksichtigt man die Spezies der Giftschlangen, so ergeben sich folgende Zahlen. Die Sterblichkeit der mit Serum behandelten Fälle, die von

L. Jararaca gebissen worden sind, beträgt . . .	0,6%
Jararacuçu	1,2%
Alternata	1,4%
Crotalus terrificus	9,8%

Die Sterblichkeit von fast 10% durch Biß der Klapperschlange ist im Vergleich zu derjenigen durch andere Giftschlangen (Lachesis 0,6—1,4%) sehr groß. Vielleicht liegt es auch daran, daß die Sterblichkeit durch Bisse der Crotalus terrificus überhaupt ohne Serumbehandlung viel größer sein dürfte als diejenige durch die anderen Giftschlangen Brasiliens. Leider liegt eine derartige Statistik nicht vor. In dieser Beziehung sei auf eine interessante Statistik von K. YAMAGATI (Zeitschrift für Hygiene 1923) hingewiesen, aus welcher eine große Verschiedenheit der Mortalität nach Schlangenspezies hervorgeht, so z. B. ist die Sterblichkeit nach Biß von

Trimesurusarten	1,27—9,44 %
Naja.	16 %
Bungarus über	24 %

Wie angeführt wurde, glaubt VITAL BRAZIL eine Globalsterblichkeit von 25% der Unbehandelten annehmen zu können. Auf Grund der angeführten Daten wären daher die Resultate der Serumbehandlung als außerordentlich günstig zu bezeichnen.

Nach M. L. CRIMINS (South Med. J. 1929) beträgt die Mortalität an Schlangenbissen in den Vereinigten Staaten von Nord-

amerika im Norden 10,5 %, im Süden 25 % und steigt an der mexikanischen Grenze bis 35 %.

Von den mit Serum Behandelten starben 2,5 %, von den Nichtbehandelten 9 %.

Der Bericht von R. H. Hulchinson (Bull. Antiv. Inst. Am. 1929) berichtet, daß im Jahre 1928 in den Vereinigt. St. 607 Schlangenbisse bekannt geworden sind (244 von Klapperschlangen gebissen). Von 175 unbehandelten Fällen starben 10.8 % von 433 mit Serum behandelte nur 3 %.

Afranio Amaral hat im Bull. Antiv. Inst. America über Organisation der Serumbehandlung der Schlangenbisse in Nordamerika berichtet. Nach seiner Schätzung dürften in Nordamerika ca. 3000 Bisse jährlich vorkommen, wobei eine Sterblichkeit von 10—35 % in den verschiedenen Ländern feststellbar ist. Nach R. H. Hulchison (Bull. Antiv. Inst. Am. 1929) hat die in den letzten Jahren durchgeführte Organisation der Serumbereitung und Serumbehandlung die Zahl der Bisse und Todesfälle wesentlich herabgesetzt.

XI. Serumtherapie der Bisse durch europäische Vipern.

Norddeutschland und die Sudetenländer, auch Südschweden sind außerordentlich reich an Kreuzottern, die Schweiz und Frankreich beherbergen zahlreiche Vipern, während man in öden und verkarsteten Gebieten jedenfalls nicht mehr Giftschlangen zu sehen bekommt; so auf der Pyrenäenhalbinsel, ja sogar noch auf einem großen Teil des Balkangebietes und Griechenlands.

Wenn auch die Bisse europäischer Vipern lange nicht die praktische Bedeutung haben wie diejenigen der asiatischen, afrikanischen und südamerikanischen Giftschlangen, sind sie immerhin doch nicht ganz harmloser Natur. Die hohe Sterblichkeit, welche in Indien infolge des Bisses der Kobra oder in Südamerika infolge des Bisses der Crotalidae verzeichnet wird, hat man in Europa durch Biß europäischer Vipern nicht zu verzeichnen. Trotzdem soll nach einzelnen Autoren auch in manchen Ländern Europas die Sterblich-

keit bis 14% betragen. VIAUD GRAND MARAIS hat innerhalb von 6 Jahren in Frankreich unter 521 Gebissenen 62 Tote verzeichnet. FREDET unter 14 Gebissenen 2 Tote. In Deutschland sollen in den Jahren 1883—1892 14 Tote unter 216 Gebissenen vorgekommen sein. Nach BOST sind in Preußen in den Jahren 1907—1912 265 Personen gebissen worden mit einer Sterblichkeit von 2,3%. Da die Statistik der Sterblichkeit infolge von Schlangenbiß im allgemeinen nicht einwandfrei zu nennen ist, dürften auch diese Zahlen vielleicht nicht exakt sein. Jedenfalls geht daraus hervor, daß auch der Biß europäischer Vipern tödliche Vergiftungen hervorrufen kann.

Daraus erklärt sich auch, daß man in Europa in denjenigen Ländern, wo die Vipern sehr verbreitet sind, versucht hat, die Schlangenvergiftung therapeutisch zu beeinflussen.

CALMETTE hat für die Praxis ein antitoxisches Serum gegen die Vergiftungen europäischer Vipern hergestellt und dieses Serum, welches „ER" genannt wird, soll gegen Bisse europäischer Vipern wirksam sein.

Ein solches antitoxisches Viperuserum mit den Giften europäischer Vipern herzustellen, stoßt auf große technische Schwierigkeiten und dürfte die Erzeugung sehr kostspielig sein. KRAUS dachte daher daran zu versuchen, ob das antitoxische Serum, welches mit den Giften südamerikanischer Vipern (Crotalinae) gewonnen ist, auch gegen Gifte europäischer Vipern (Viperinae) wirksam wäre, da bekanntlich ein Serum, gewonnen mit dem Gift der Lachesis Jararaca, auch imstande ist, Gifte anderer Lachesisarten zu neutralisieren (l. c.). Es ergab sich in der Tat aus Versuchen, daß das antitoxische Serum, gewonnen mit Gift der Lachesis Jararaca, imstande ist, die sicher tödliche Giftdosis der Vip. aspis ebenso zu neutralisieren wie das CALMETTE-Serum „ER".

MORITSCH hat diese Versuche fortgesetzt und konnte feststellen, daß nicht nur Lachesisserum (monovalent), sondern auch das Antibothropsserum (polyvalent) gleiche Wirkungen wie „ER"-Serum hat und auch bei getrennter Injektion das Viperngift zu neutralisieren imstande ist.

Die festgestellte Tatsache, daß Serum, gewonnen mit Giften einer südamerikanischen Viper, sich als wirksam gegen die Vergiftung europäischer Vipern erweist, hat praktische Bedeutung.

Die Gewinnung des Schlangenserums ist wegen der großen Giftigkeit der Schlangengifte, der Giftempfindlichkeit der Pferde und der Notwendigkeit großer Giftmengen zur Immunisierung technisch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Große Giftmengen von exotischen großen Giftnattern (Colubridae) und Giftottern (Viperidae) zu gewinnen, ist leicht, wenn die notwendigen Organisationen, so wie sie in den Schlangeninstituten durchgeführt sind, bestehen. Auf große Schwierigkeiten stoßt aber die Giftgewinnung bei kleineren europäischen Giftschlangen oder bei Elapsarten, da von diesen kleinen Schlangen nur wenig Gift gewonnen werden kann. Daher dürfte auch die Erzeugung eines hochwertigen Serum gegen europäische Vipern in großen Mengen Schwierigkeiten bereiten, da man die notwendigen Giftmengen zur Erzeugung eines wirksamen Serums nicht so leicht gewinnen könnte.

Aus den angeführten Versuchen ergibt sich, daß das Serum ER von Calmette in seiner spezifischen Wirksamkeit gegenüber bestimmten Arten des Viperngiftes gleichzustellen ist demjenigen von Vital Brazil (Lachesis, Antibothropsserum). Trotzdem das Serum von Vital Brazil mit Giften der Lachesis Jararaca und anderen Giften südamerikanischer Crotalinae gewonnen ist, vermag es das Gift bestimmter europäischer Vipern ebenfalls zu neutralisieren, wie das Serum von Calmette, gewonnen mit Giften der europäischen Viper.

Auf Grund dieser Versuche nimmt Kraus an, daß das Serum, welches in Südamerika gegen Bisse südamerikanischer Vipern so ausgezeichnete Resultate ergibt (Antibothropsserum mono- und polyvalent), auch gegen Bisse europäischer Schlangen zu verwerten sein dürfte.

Otto hat diese Versuche bestätigt und ergänzt. Otto wollte weiter feststellen, ob das Serum, gewonnen mit Giften ostindischer Vipern, Gifte verschiedener europäischer Vipern neutralisiert. Otto zeigt, daß das Serum, gewonnen mit Gift ostindischer Vipern, das Gift europäischer Vipern nicht sicher zu neutralisieren vermochte. In der Festschrift für Neufeld setzt Otto seine Versuche fort und zeigt, daß Calmette-Serum und Serum gewonnen mit Giften südamerikanischer Vipern nicht gegen Gifte aller europäischen Vipern gleichmäßig neutralisierend wirken. Serum Calmette neutralisierte z. B. das Gift der Vipera aspis, V. ammodytes und V. berus; unsicher wirkte es gegen Gift der Vipera ursini und gar nicht gegen Meso-

coronisgift (Mesocoronis REUSS = Vipera berus subsp. — WERNER). Das brasilianische Serum hat eine geringere Neutralisierbarkeit, indem es Aspis- und Ammodytes-Toxine neutralisiert, Berus-Toxine nicht vollständig, die Gifte der anderen Schlangen aber gar nicht neutralisiert. Wurden jedoch vom südamerikanischen Serum Dosen von 1 ccm verwendet, so schützte es auch gegen Gift der V. berus. Das Antiophidserum ist dem Antibothropsserum vorzuziehen.

Nach dem Ausfall der Versuche kommt nach OTTO neben dem Serum ER auch das Antibothrops- und Antrophidserum zur Behandlung des Kreuzotternbisses in Frage. Das brasilianische Serum erwies sich gegenüber dem Mesocoronitoxin dem französischen Serum überlegen und auch gegen Gift ungarischer Ottern und der Igmanottern war es wirksam.

Man kann bei den untersuchten Schlangengiften zwei Gruppen unterscheiden, auf der einen Seite die Aspis- und Berustoxine, zu denen auch das Triglavtoxin gehört, auf der anderen Seite die Mesocoronistoxine, zu denen das Igman- und Ungartoxin zu rechnen sind: bei den erstgenannten Giften ist das spezifische

Wirksamkeit der verschiedenen Antisera auf die einzelnen Toxine.

Toxin Serum	Aspis	Berus	Mesocoronis	Igman	Ungar. Otter	Triglav
ER.	+	+	—	—/±	—/±	+
Antiophid . .	+	±/+	±/+	±/+	±/+	+
Antibothrops	±	—/±	±/+	+	—	—/±

Anmerkung: + = gute Wirkung. ±/+ = deutliche Wirkung. ± = mäßige Wirkung. —/± = schwache Wirkung. — = keine Wirkung.

Serum ER, bei den letzteren sind die brasilianischen Sera an Wirksamkeit überlegen (vgl. Tabelle). Aus dem Umstande, daß die beiden brasilianischen Sera in gewissem Grade auf alle Gifte wirken, läßt sich auf eine Ähnlichkeit der europäischen Viperinentoxine und der südamerikanischen Bothropstoxine schließen. Wenn bei den Aspis- und Berustoxinen das Serum ER eine überlegenere Wirkung zeigt, so beruht das darin, daß dieses Serum in der Hauptsache mit Aspis- und Berustoxinen gewonnen wird. Anderseits läßt sich aus dem Befund, daß gegenüber dem Aspis- und Berustoxin das Serum antiophidicum dem Antibothropsserum überlegen war, während gegen die Toxine der Mesocoronisarten das Antibothropsserum meist das wirksamere war, schließen: 1. bezüglich der Gifte, daß das

Mesocoronistoxin dem Bothropstoxin näher steht als das Aspis- und Berustoxin; 2. bezüglich der Antitoxine, daß die im Vergleich zum Bothrops-Antitoxin geringere Wirksamkeit des (polyvalenten) Serums antiophidicum gegen Mesocoronistoxin darin beruht, daß es nur zum Teil Bothrops-Antitoxin enthält, daß aber seine im Vergleich mit dem Serum ER größere Wirksamkeit gegen Mesocoronistoxin nicht auf seinem Gehalt an Crotalus-Antitoxin beruht; denn das gegen dieses Gift wirksamere Antibothropsserum schützt nicht gegen Crotalustoxin, wie wir auch bei unseren Versuchen feststellen konnten.

Damit wäre nach Otto auch die Möglichkeit einer weiteren Anwendung der Serumtherapie bei Otternbissen gegeben. Allerdings muß das Serum immer möglichst frühzeitig angewandt werden. Die Schlangenbisse pflegen nun aber größtenteils in abgelegenen Wald- und Heidebezirken vorzukommen. Es wird deshalb schwierig sein, das nur im Ausland hergestellte Serum in diesen Gegenden in den Apotheken überall vorrätig zu halten. Man könnte nun solchen Personen, die sich in Kreuzotterngebieten aufhalten müssen, raten, sich mit Serum zu versorgen. Da aber auch die hierzu benötigten Serummengen voraussichtlich sehr groß sein würden, scheint Otto zunächst der Plan praktischer zu sein, bestimmte Krankenhäuser in den Gebieten, wo Giftschlangen gehäuft vorkommen, mit einem gewissen Vorrat an Serum auszustatten. Natürlich wird es auch dann noch nicht immer möglich sein, das Serum rechtzeitig an Ort und Stelle zu haben. Aus diesem Grunde bleibt auch nach wie vor die Beachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln das beste Mittel gegen Schlangenbisse (nicht barfuß gehen; derbes, hohes Schuhzeug tragen; Aufmerksamkeit beim Lagern, Beeren suchen usw.). Speziell für Berlin würde es sich wohl empfehlen, in einer Zentrale, z. B. im Institut „Robert Koch" Schlangengiftsera zu deponieren. Etwaige Bißverletzungen durch Schlangenbiß in Berlin und Umgegend könnten dann der Unfallstation im benachbarten Rudolf Virchow-Krankenhause, der das Serum immer zur Verfügung stehen würde, zugeführt werden. Natürlich soll im übrigen das Feilhalten und der Verkauf des Heilserums den Apotheken vorbehalten bleiben.

J. Vellard (Institut Vital Brazil Nieteroi) hat jüngst in den Annal. Past., No. 2, 1930, in einem Artikel „Spezificité des sérum antiophioliques" zu der von Kraus und Otto behandelten Frage weitere Versuche beigetragen.

Vellard stellte fest, daß 1 ccm Serum (Prüfung intravenös an Tauben und 1stündigem Kontakt bei Zimmertemperatur) neutralisiert l. D.:

Polyval. ser. anticrot.	Antibothr.	Monoval. antijar.	ER Paris	AF Tokio
800 V.-C.	30 V.-C.	15 V.-C.	2 V.-C.	5 V.-jap. F.
6 V.-jap. F.	17 V.-J.	10 V.-J.	1,5 V.-J.	1 V.-C.
4 V.-asp.	1 V.-jap. F.	—	50 V.-A.	1,5 V.-J.
3,5 V.-Jar.	5 V.-asp.	—	—	—

oder in einer anderen Anordnung:

Es wird neutralisiert das Gift der

Crot. terrificus	AC	800 l. D.
	AB	30 „
	AF	15 „
	AF	3 „
	ER	2 „
L. Jararaca.	AB	17 „
	AJ	10 „
	AC	3,5 „
	AF	1,5 „
	ER	1,3 „
L. flavoviridis (japan.).	AE	6 „
	AC	6 „
	AB	1 „
V. aspis (europ.) . . .	ER	50 „
	AC	1 „
	AC	1 „

Vellard schließt aus seinen Versuchen, daß das homologe Serum für das homologe Gift den höchsten Wert anzeigt (S. 156). Bei der Durchsicht der Protokolle (S. 155) zeigt sich aber, daß Antibothropsserum 30 V.-C. und 17 V.-J., Antijararaca 15 V.-C. und 10 V.-J., A.-F. neutralisiert 6 V.-F. und ebenfalls 6 V.-L. ergibt. Diese Feststellungen entsprechen auch den von uns ermittelten Tatsachen.

Nach Vellard ist aber bei der Wertbestimmung nicht nur Rücksicht zu nehmen auf die toxischen Eigenschaften der Schlangengifte, sondern auch auf die anderen, wie z. B. der Koaguline, was besonders Vital Brazil hervorhebt.

Die Wirkung des Serums auf die koagulierenden Eigenschaften der Gifte läßt sich nach den Angaben von Vellard bestimmen. Die spezifische antikoagulierende Wirkung der Schlangensera ergab in den Versuchen von Vellard folgendes Resultat:

Anticrotalus, neutralisiert	620	m.	koag.	Dos.	V.-C.
	8	,,	,,	,,	V.-J.
	2	,,	,,	,,	V.-F.
Antibothrops	60	,,	,,	,,	V.-C.
	1000	,,	,,	,,	V.-J.
	2	,,	,,	,,	V.-F.
Antijararaca	50	,,	,,	,,	V.-C.
	720	,,	,,	,,	V.-J.
FA	2	,,	,,	,,	V.-J.
	5	,,	,,	,,	V.-F.
ER	2,5	,,	,,	,,	V.-C.
	1,5	,,	,,	,,	V.-J.

XII. Fang von Giftschlangen.

Es gibt nicht wenige Schlangenfänger, die nur ihre Hand oder die Hand und einen Stock bei der Schlangenjagd verwenden; dieses ist aber dem Anfänger nicht anzuraten, obwohl oft zu lesen ist, daß man eine Kreuzotter ohne Gefahr am Schwanz ergreifen könne, da sie sich nicht bis zur Höhe des ausgestreckten Armes hinaufzuschnellen imstande sei. Vor allem kann man eine Giftschlange, wenn sie zusammengerollt daliegt, deswegen nicht mit der Hand am Schwanz erfassen, weil in diesem Falle der Kopf bedenklich nahe und ein Biß unvermeidlich ist; dann ist zu bedenken, daß zwar etliche der plumpsten Ottern tatsächlich sich nicht bis zur Höhe des Armes hinaufschnellen, sondern ausgestreckt herabhängen; andere aber können sich an ihrem eigenen Körper aufwärts winden und auf diese Weise die Hand der sie festhaltenden Finger erreichen, was zwar noch keine Gefahr bedeuten muß, wohl aber bei Unaufmerksamkeit eine solche nach sich ziehen kann. Manche proteroglyphe Colubriden, wie Naia, die sehr lebhaft sind, zappeln in diesem Zustande wütend und können, am Schwanze festgehalten, nach allen Richtungen vorschnellen und dadurch besonders gefährlich werden. Eine Viperide kann man mit Hilfe eines Stockes in der Weise anfangen, daß man den Hals dicht hinter dem Kopf mit diesem niederdrückt und die Schlange dann beim Genick festhält, worauf sie baldigst in einen bereitgehaltenen, weiten und tiefen Sack untergebracht werden muß; denn wenn man der Otter zu lange Zeit läßt, kann sie bei der Beweglichkeit ihres Oberkiefers mit einem Giftzahn einen der sie haltenden Finger verletzen. Man sündige dabei nicht

auf die anscheinende Plumpheit der Otter; so wenig flink sie im allgemeinen sind, die Bewegungen des Kopfes gehen mit blitzartiger Schnelligkeit vor sich. Der Fang von größeren Giftnattern (Naia, Dendraspis) ist auch bei aller Vorsicht sehr gefährlich, da sie in ihren Bewegungen ganz unberechenbar sind. Geübtere Fänger können einen Stock benutzen, an dessen Ende ein sehr starker Draht fest so eingelassen ist, daß er einen rechten Winkel bildet. Mit dem horizontalen Teil des Drahtes kann man plumpere Schlangen am Nacken niederdrücken und dann mit der Hand ergreifen. Dieses muß in allen Fällen mit Ruhe, aber mit absoluter Sicherheit und Festigkeit geschehen, kann die Schlange sich aus den umklammernden Fingern des Fängers befreien, so ist ein Biß nicht unwahrscheinlich. Die beste Methode ist zweifellos die am Institute von Butantan angewendete (l. c.).

Der für Giftschlangen bestimmte Sack soll möglichst weit und tief und leicht und schnell zuzuschnüren sein. Die Schlange wird, immer festgehalten, mit dem Schwanz voran, so tief als möglich in den Sack versenkt, dann mit der freien linken Hand von außen am Genick festgehalten, während mit der rechten Hand der Sack zugezogen und gut verschlossen wird. Immer ist darauf zu achten, ob nicht ein Giftzahn seitlich aus dem Rachen hervorsteht, an dem man sich verletzen könnte, auch noch durch die Wand des Sackes hindurch. Trägt man den Sack frei in der Hand oder im Rucksack, so hat dies nichts zu bedeuten; hat man aber kleinere Giftschlangen, etwa Kreuzottern gefangen und will sie in einem entsprechend kleineren Säckchen in der Rocktasche verwahren, so ist beim Zusammenrollen derselben eine Verletzung auf diese Weise nicht ausgeschlossen. Ein Durchbeißen kommt nicht in Betracht, wohl eher ein Durchbohren mit der Schnauze, weniger bei Ottern als bei Elapiden; bei größeren Exemplaren ist daher ein weicher Ledersack einem Stoffsack vorzuziehen. Wer die Mühe des Tragens nicht scheut und mit einiger Wahrscheinlichkeit auf größere Giftschlangen rechnet, nimmt anstatt des Sackes ein geeignetes Kistchen.

Da hier angenommen wird, daß der Schlangenfang ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken, also 1. zur Haltung und Beobachtung im lebenden Zustande, 2. zur Gewinnung des Serums erfolgt, in beiden Fällen es aber notwendig ist, daß die gefangenen Schlangen möglichst lange in gutem Gesundheitszustande sich befinden, so mögen einige Winke zur möglichst praktischen Unterbringung hier mitgeteilt werden. Die Ausführung der Behälter richtet sich

natürlich nach den örtlichen Verhältnissen und den zur Verfügung stehenden Mitteln. Für Serumgewinnung in einigermaßen größerem Ausmaße kommt man, namentlich bei größeren, tropischen Giftschlangen, mit wenigen Schlangen und kleinen Behältern nicht aus, und es müssen zu diesem Behufe größere Freilandterrarium von mindestens 4 qm Bodenfläche eingerichtet werden, die von einer entsprechend hohen Mauer und innerhalb derselben von einem breiten und tiefen Wassergraben eingefaßt sein müssen, auch soll der obere Rand der Mauer durch eine nach innen vorspringende Leiste unübersteigbar gemacht werden. Die aus Zement gebauten, backofenförmigen Wohnhäuser innerhalb des Terrariums (s. „Schlangengarten") in dem die Schlangen ihren Unterschlupf finden sollen, haben sich nicht als praktisch erwiesen, da sie zu heiß werden und nicht gelüftet werden können; aus demselben Grunde sind natürlich auch Blechhäuser unbrauchbar. Am besten würden, wo sich dies wegen der das Holz zerstörenden Insekten (Termiten) ausführen läßt, Holzhäuser mit aufklappbarem Deckel sein, um eine rasche Einsicht zu ermöglichen; wenn nicht, dann Gefäße aus leichtem, porösem Ton mit vielen seitlichen Öffnungen zu Lüftungszwecken, wie sie natürlich auch die Holzhäuser haben müssen. Ein solches Haus sollte je nach der Größe der beherbergten Schlangen einen halben bis einen ganzen Quadratmeter Bodenfläche haben, braucht aber nicht ebenso hoch zu sein; bei größerer Menge von Schlangen sollte die Zahl der Wohnungen, nicht aber die Ausdehnung der letzteren vergrößert werden, damit nicht allzu viele in einem Raum beisammen sind, wodurch es oft zum gegenseitigen Totdrücken, aber auch zu Krankheiten kommen kann. Eine möglichst große Fläche, um sich auszulaufen und zu sonnen, muß vorhanden sein. Da ein Schlangengarten für Tiere, die zur Serumgewinnung gehalten werden, auf die Bedürfnisse der Schlangen nicht soviel Rücksicht nehmen kann, wie ein bloß zur Beobachtung dienender Behälter, so soll in diesem die Einrichtung dem Freileben möglichst ähnlich gemacht und die Beunruhigung der Tiere durch Herausnehmen so lange als möglich vermieden werden. Trink- oder Badewasser soll (außer bei Wüstenschlangen) niemals fehlen, stets reingehalten und öfters erneuert werden. Als Futter kommen in der Regel Frösche und Fische (Ancistrodon piscivorus), Eidechsen (Jungtiere der meisten Arten), Mäuse, Ratten und andere kleinere Nager, eventuell (für Elapiden) Schlangen in Betracht. Nagetiere entferne man aus dem Käfig, wenn sie 24 Stunden lang nicht be-

rührt wurden, sie können den Schlangen gefährlich werden, andererseits den Käfig mit ihrem Geruch so erfüllen, daß die Schlangen ihre Beute nicht mehr wittern können. Große Reinlichkeit ist stets wichtig, tote Schlangen müssen möglichst rasch entfernt werden, bei längerem Liegen auch die darunter befindliche Bodenschicht, falls diese sich nicht anders reinigen läßt. Der Schlangenpfleger muß schon etwas natürliche Fähigkeiten in Beobachtung, Unterscheidung und Pflege solcher Tiere haben, anderenfalls wird er stets Verluste auch an sonst widerstandsfähigen Schlangen haben.

Es möge bemerkt werden, daß Schlangen aller Art beim Fangen niemals an der Kehle, sondern stets nur an der Nackenmuskulatur festgehalten werden dürfen, wenn man darauf rechnet, sie gesund- und freßlustig zu erhalten. Eine einmal zwischen Daumen und Zeigefinger gewürgte Schlange ist meiner Erfahrung nach fast ausnahmslos eine Todeskandidatin. Daher soll auch die beim Fang verwendete, ungleich weniger brutal wirkende Lassoschlinge sobald als möglich gelockert oder entfernt werden.

XIII. Beschreibung der Institute.

Seitdem Calmette das Schlangenserum in die Therapie der Schlangenvergiftung eingeführt hat, haben eine Reihe von Seruminstituten Einrichtungen geschaffen, um sich mit der Erzeugung von Schlangenserum befassen zu können.

Heute werden Sera in verschiedenen Instituten gewonnen: Japan, Indien (Bombay, Kausauli), Afrika (Port Elizabeth, Fig. 93), Algier (Institut Pasteur), Australien (Sydney), Nordamerika (Philadelphia), Südamerika (São Paulo, Buenos Aires), Lille (Pasteur Institut).

Die Tatsache, daß z. B. Serum, gewonnen mit dem Gift der Familie der Colubridae, nur spezifisch neutralisierend auf die Gifte der zugehörigen Schlangenarten wirkt und weniger auf Gifte anderer verwandter Arten, gar nicht auf solche der Familie der Vipern, machte es notwendig, Gifte der verschiedenen Giftschlangen zu gewinnen und für einzelne Länder, je nach den dort vorkommenden Schlangenarten, spezielle Sera zu erzeugen.

Eines der ältesten Institute und in dieser Richtung besteingerichtet ist das Institut Butantan in São Paulo, Brasilien

(Fig. 94). Um den Bedarf an Schlangenserum für das ganze Land zu decken, mußte VITAL BRAZIL, der Begründer dieses Institutes, zunächst darangehen, die Materia prima, das Schlangengift in genügender Menge zu schaffen und vorrätig zu halten, um die langwierige Immunisierung der Pferde ohne Unterbrechung durchführen zu können. Die Organisation, die für diese Zwecke VITAL BRAZIL ins Leben gerufen hat, ist mustergültig und vorbildlich geworden.



Fig. 93. Schlangengarten in Port Elizabeth (Afrika).

Zunächst mußte die Frage gelöst werden, wie man Giftschlangen ungefährlich fängt und ohne Gefahr versendet. Zu diesem Zwecke wurde ein Lasso (A. LUTZ) konstruiert, mit dessen Hilfe es leicht ist, die Giftschlangen zu fesseln, so daß sie nicht beißen können. Die fixierten Schlangen werden in eigene Holzkisten gebracht, die, mit Schrauben verschlossen, dann transportfähig sind (Fig. 95). (Bahnen, Schiffe transportieren gratis die leeren und beschickten Kisten.) Nachdem dieses Problem gelöst war und sich auch als praktisch durchführbar erwiesen hat, mußte man die Bevölkerung für die Schlangenlieferung interessieren. Ein erfolgreicher Weg ergab sich dadurch, daß man entweder für die Giftschlangen Schlangenserum samt Spritze liefert oder den Wert in Geld ausbezahlte. Diese Organisation hat sich als außerordentlich praktisch erwiesen, so daß das Institut heute

über Lieferanten im ganzen Land verfügt, welchen über Bestellung die Kiste samt Lasso gratis zugeschickt wird. Man kann mit einem Durchschnitt von 1000 eingelieferten Schlangen monatlich rechnen (Fig. 96).



Fig. 94. Hauptgebäude mit dem Schlangengarten.



Fig. 95. Fangen und Versand der Giftschlangen.

Die eingelieferten Schlangen werden im Institut je nach ihrer Art gesondert und gelangen in die sogenannten Schlangengärten, wo sie sich frei bewegen können (Fig. 97). Der Schlangengarten für Giftschlangen liegt ganz frei und ist durch einen zementierten tiefen Graben, in dem sich fließendes Wasser befindet, so gesichert, daß an ein Auskommen der Schlangen nicht zu denken ist. Die Giftschlangen sind meist Nachttiere und verkriechen sich bei Tag in die halbkuppeligen Gehäuse aus Zement, wo sie gegen die Sonne

und Kälte geschützt sind. Da Giftschlangen in den Schlangengärten wegen der bei der Giftentnahme unvermeidlichen oftmaligen Störung

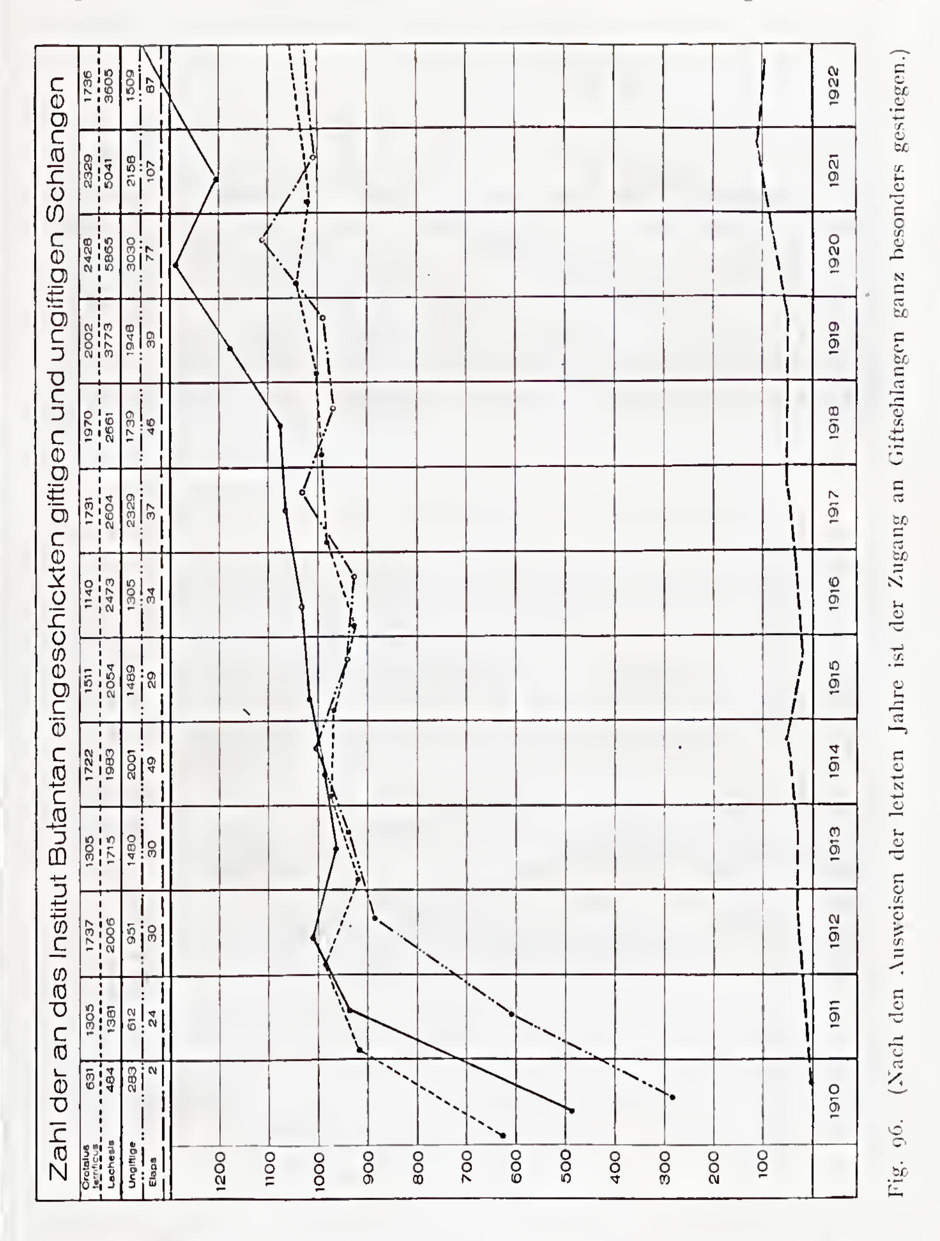


Fig. 96. (Nach den Ausweisen der letzten Jahre ist der Zugang an Giftschlangen ganz besonders gestiegen.)

und Beschädigung meist nicht fressen, gehen sie fast alle nach einer gewissen Zeit zugrunde. Versuche, um die Schlangen durch künst-

liche Fütterung am Leben zu erhalten, indem man sie mit verschiedenen Fleischarten, Milch, lebenden Mäusen, Ratten, Vögeln





Fig. 97. Schlangengarten in Butantan.

zu füttern versuchte, hatte nach Erfahrungen von Kraus keinen Erfolg.

Die weitere Einrichtung des Institutes zur Gewinnung des Serums (Aderlaß, Konzentration, Verfüllung usw.) ist dieselbe wie in den Seruminstituten, so daß von einer Beschreibung abgesehen werden kann.

In Buenos Aires hat KRAUS die Bereitung der Schlangensera am nac. Bakteriol. Institut eingeführt. Da der Bedarf an Serum in Argentinien kein so großer ist wie in Brasilien, wurde bloß ein Schlangenhaus eingerichtet, in dem in hohen gekachelten Box



Fig. 98. Schlangenhaus im Inst. Bakteriol. del Dep. Nac. de Hyg. in Buenos Aires.

die eingeschickten Schlangen gehalten werden. Die Box sind gedeckt mit einem Deckel aus Draht, der aufklappbar ist. Mittels Lasso werden die Schlangen aus den Käfigen herausgeholt, wenn Gift abgenommen wird (l. c.). Die von VITAL BRAZIL eingeführte Organisation der Beschaffung von Schlangen hat sich auch hier bewährt.

XIV. Prophylaxe. Die bisherigen Methoden der Giftschlangenbekämpfung.

Die älteste Methode einer übermäßigen Vermehrung von Giftschlangen entgegenzutreten, bestand darin, ihrer so viele zu erschlagen, als möglich. Dieser Anschauung huldigt auch noch Brehm, der in der III. Aufl. seines „Tierleben" schreibt: Besser wäre es, wenn alle miteinander erschlagen würden, als wenn nur ein Mensch durch sie das Leben verlieren würde. Diese Methode wird von der einheimischen Bevölkerung überall ausgeübt, nicht nur dort, wo es Giftschlangen, sondern auch dort, wo es überhaupt Schlangen gibt. Sie ist weniger eine Schutzmaßregel als der Ausdruck einer weitverbreiteten Abneigung gegen diese Tiere; sie hat aber nirgends eine merkbare Verminderung derselben verursacht, da eine völlige Ausrottung wegen der vielfach nächtlichen Lebensweise und der oft unzugänglichen Schlupfwinkel kaum möglich ist und die übrigbleibenden Schlangen durch die gering gewordene Konkurrenz von Angehörigen der gleichen Art bessere Lebensbedingungen finden und sich besser vermehren können. Aus diesem selben Grunde hat sich aber auch die Bekämpfung der Giftschlangen durch Auszahlung von Prämien für eingelieferte getötete Tiere dieser Art als unrationell erwiesen und ist in vielen Ländern, in denen sie früher gebräuchlich war, wegen der hohen Kosten und des geringen Erfolges aufgelassen worden. Es ist dabei immer zu bemerken gewesen, worauf schon mehrfach hingewiesen wurde, daß es sich bei der Schlangenvertilgung auf Grund der Vertilgungsprämien den betreffenden Personen niemals darauf ankommt, das betreffende Land von einer Plage zu befreien, sondern daß stets der Gelderwerb die erste Rolle spielt und daß sofort nach Herabsetzung oder Auflassung der Prämie Giftschlangen nicht mehr besonders aufgesucht, sondern nur mehr, wie auch früher, gelegentlich erschlagen werden. Außerdem besteht stets die Möglichkeit, daß entweder Giftschlangen zum Zwecke des Prämienbezuges systematisch gezüchtet oder aus einem schlangenreichen, prämienfreien Gebiete in ein schlangenärmeres, prämienzahlendes in Menge importiert werden. Es ist sehr wahrscheinlich, daß von der Viertelmillion Schlangen, die alljährlich in Indien den betreffenden Behörden eingeliefert werden, ein großer Perzentsatz von ganz harmlosen Arten sich befinden, für die ganz überflüssigerweise Prämien

gezahlt werden; aber auch in dem Falle, daß die prämienzahlende Behörde einen Fachmann zur Seite hat, der die Auszahlung der Prämie für ungiftige Schlangen verweigert, so sind diese doch, wenn sie eingeliefert werden, schon tot, und man ist ja jetzt doch schon so weit, zu erkennen, daß auch die Schlangen im Haushalte der Natur eine Rolle spielen, und wenn man schon durchaus den Nützlichkeitsstandpunkt hervorkehren will, durch Vertilgung von schädlichen Nagetieren sich als Gehilfin des Menschen erweisen. Bemerkenswerterweise hat die Landbevölkerung in manchen Ländern, namentlich in Österreich sogar die Nützlichkeit der Viperiden wohl erkannt und beobachtet, daß diese infolge ihres Körperbaues allein imstande sind, junge Mäuse in ihren Nestern aufzusuchen und daselbst ganze Bruten auf einmal zu vernichten. In den Vereinigten Staaten geht mit der Bekämpfung der Giftschlangen eine intensive Belehrung und Aufklärung der Bevölkerung zum Schutze der giftlosen Schlangen Hand in Hand.

Eine Belehrung der Landbevölkerung, die ja von der Giftschlangengefahr vorwiegend betroffen wird, über zweckentsprechendes Verhalten nicht nur im Bißfalle, sondern überhaupt beim Betreten von Giftschlangen beherbergenden Örtlichkeiten wird hier viel besseren Erfolg haben, als die Prämienauszahlung.

Trotz des gewaltigen Touristenverkehrs in den Alpenländern sind sicher gestellte Bißfälle bei Touristen ganz außerordentlich selten.

Durch Aussetzen von Prämien für jede getötete Giftschlange will man in manchen Staaten die Schlangenplage eindämmen.

In Frankreich zahlte man für eine Viper 20—50 Centimes und im Bezirke Haute Saone hat man im Jahre 1890 67620 Vipern eingeliefert. In Deutschland zahlte man über 2 Mark für eine Kreuzotter. In Indien wird die Prämie für die getöteten Schlangen per Post übersendet. Man erzählt, daß in verschiedenen Giftschlangengebieten absichtlich Schlangen gezüchtet werden, um darauf eine Prämie zu erhalten.

In Bosnien und Herzogewina wurden im Jahre 1906 25483 getötete Schlangen eingeliefert, von welchen 12361 Vipera ammodytes waren. In Florida hat ein gewisser Peter Gruber 50000 Schlangen getötet.

Eine weitere Methode der Giftschlangenbekämpfung liegt in der Schonung derjenigen Tiere, die als natürliche Feinde der Schlangen bekannt sind, von denen sie sich großenteils ernähren.

Es handelt sich in Europa in erster Linie um Igel, Iltis, Schlangenadler.

Von einer Schonung dieser Tiere bemerkt man aber nichts. Igel werden erschlagen, wo man sie antrifft, der Iltis ist sowohl als Feind des Geflügels wie auch seines Felles wegen geächtet und der ohnehin nicht häufige Schlangenadler wird wie andere Raubvögel überall, wo es leicht sein kann, niedergeknallt.

In Indien ist der Mungos (Mongoose, Herpestes griseus) als wirksamer Schlangenbekämpfer allbekannt, der sogar der Brillenschlange gewachsen ist. Der gesegnete Appetit dieses kleinen Raubtieres und seine Häufigkeit können eine merkbare Verminderung des Schlangenbestandes einer Gegend zur Folge haben.

Als ausgezeichneter Schlangenvertilger ist in Süd- und Ostafrika der Schlangengeier oder Sekretär (Gypogeranus serpentarius) seit langem berühmt, und er ist daher auch überall, wo er vorkommt, gesetzlich geschützt. Außerdem verzehren aber auch, wenn auch weniger auffällig, eine Menge anderer Tiere, wie Raubsäugetiere, der Bandiltis (Zorilla striata), und Raubvögel, unter diesen auch der Schreiseeadler (Haliaëtus vocifer) Schlangen in Menge. Unter den australischen Schlangenvertilgern dürften wohl die Raubbeutler nebst Raubvögeln und dem als Jägerliest (Dacelo gigas) bekannten großen Eisvogel in erster Linie stehen.

Die Fauna des nordamerikanischen Kontinentes beherbergt gleichfalls keine hervorragenden Schlangentöter; wahrscheinlich sind Stinktiere (Mephitis) und andere Marder, nebst Raubvögeln in erster Linie bei der Einschränkung der Giftschlangen beteiligt. Auch Katzen, Schweine und Waldhühner werden genannt, die auch in Europa in gleicher Weise, wenn auch nur gelegentlich, tätig sind.

Der schlimmste Feind der Klapperschlange ist das Schwein. Sobald ein Schwein eine Schlange sieht, stürzt es mit lautem Grunzen darauf los, setzt seinen Fuß auf den Nacken, zerquetscht das Tier und frißt es ruhig auf (Brown).

Was nun schließlich Südamerika anbelangt, so hat hier eine Schlange, die Mussurana (Oxyrhopus cloelia = Pseudoboa cloelia = Cloelia cloelia) eine wirkliche und wohlverdiente Berühmtheit erlangt; denn sie bekämpft Giftschlangen in wirksamster Weise, ohne die üblen Eigenschaften der Raubsäuger zu besitzen,

die es ausnahmslos nicht unterlassen können, dem zahmen Hausgeflügel ihre Aufmerksamkeit zu schenken. Denn die Mussurana, die eine Länge von 2 m erreicht, frißt nur Schlangen, wie wir dies von anderen Nattern auch wissen, und anscheinend mit Vorliebe Giftschlangen (Crotalinen). Schlangenverzehrende Schlangen gibt es auch in anderen Ländern und namentlich in Afrika und Indien; leider sind diese, fast ausnahmslos der Familie der Elapinen angehörig, selbst Giftschlangen, ja eine der gefährlichsten Giftschlangen Südostasiens, Naia hannah (= N. bungarus), die eine Länge von 4½ m erreicht, lebt nur von anderen Schlangen. Aber es gibt immerhin auch giftlose, schlangenfressende Colubriden, und diese sollten besonders geschont werden; so in Südosteuropa Coluber (Zamenis) gemonensis und Coelopeltis monspessulana, in Nordamerika namentlich die größeren Arten der Gattung Lampropeltis „King Snake" (L. getulus u. a.).

Es ist ratsam, alle diese schlangenfressenden Tiere in ihrer Heimat zu schonen und zu erhalten, sofern sie sich nicht anderweitig als Raubtier unliebsam betätigen. Dagegen ist von der Verpflanzung solcher Tiere in andere Länder dringend abzuraten, denn dort, wo ihre natürlichen Feinde fehlen, vermehren sie sich überaus stark und werden dann, sobald sie mit den Schlangen, was in der Regel bald der Fall ist, aufgeräumt haben, die schlimmsten Feinde der einheimischen Tierwelt, aber auch der zahmen Tiere. In erster Linie hat sich das bei dem Mungos (Herpestes grisens) Indiens gezeigt, den man einerseits auf die dalmatinischen, andererseits auf die westindischen Inseln verpflanzt hat, um daselbst mit den Giftschlangen aufzuräumen. In beiden Fällen hat er sich bald als eine schwer zu beseitigende Landplage erwiesen, der die Hühnerhöfe in ähnlicher Weise brandschatzt wie sein Verwandter, der Ichneumon in Ägypten. Auf den großen Antillen hat er auch durch Ausrottung von bodenbrütenden Vögeln, Eidechsen und Riesenschlangen sich unliebsam bemerkbar gemacht, so daß jetzt wieder eine Schlange auf Trinidad (Boa constrictor) als gerne gesehener Helfer gegen den Mongoose gilt.

Da vom Standpunkt des Hygienikers die Biologie der Schlangen uns hauptsächlich von dem Gesichtspunkt interessiert, um Mittel und Wege zu finden, sie für den Menschen unschädlich zu machen, ist es selbstverständlich, daß man auch noch andere prophylaktische Maßnahmen zu finden versuchte, um Schlangenbisse zu verhüten.

Wohl ist es richtig, daß das Serum nicht nur ein Heilmittel, sondern auch ein Schutzmittel ist, so wie z. B. das Tetanus- und Diphtherieserum, leider ist dieser Schutz (passive Immunisierung) nur ein vorübergehender, indem er ca. 2—3 Wochen andauert. Für Reisende, die Gegenden mit Schlangen zu kurzem Aufenthalt bereisen, hat daher dieser präventive Schutz einen gewissen Wert, nicht aber für den Einwohner dieser Gegenden und für Haustiere. Für diese müßte erst ein Schutzmittel, eine Schutzimpfung gefunden werden, die einen längeren Schutz gewährt, die aber bis heute noch aussteht. Bis dahin empfiehlt sich für den Menschen in erster Linie mechanischer Schutz durch hohe Stiefel oder Ledergamaschen, womit man die besten Resultate erzielt, da 75% aller Bisse die unteren Extremitäten von Leuten, die bloßfüßig in Feldern arbeiten, betreffen. Ein anderer Weg wäre der der direkten Ausrottung der Giftschlangen, wie man z. B. die Ratten zu vernichten versuchte, um die Pest zu bekämpfen. Die Schlangenverfolgung auf freiem Felde, im Urwald in ihren Schlupfwinkeln dürfte wohl außerordentlich schwer sein. Interessant ist auch ein Versuch VITAL BRAZILS, ungiftige Schlangen, z. B. die Musurana, Pseudoboa Cloelia, zu züchten, da sie giftige Schlangen frißt. Vielleicht gelingt es auch durch künstlich giftfestgemachte Hunde und Katzen die Schlangenplage zu vermindern.

Jedenfalls sieht man, daß das Studium der Biologie der Schlangen durch medizinisch-serologische Institute zu einem wirksamen Heilmittel geführt hat und es ist zu hoffen, daß man mittels unschädlicher Giftmodifikation, den sogenannten Toxoiden (Anatoxin) oder nach M. RENAUD (C. Rendus Soc. Biol. 1930) mit Seifen und Ölen behandelten Giften auch zu einem wirksamen Schutzmittel gelangen dürfte.

Literatur.

Zusammenfassende Darstellungen.

BOULENGER, G. A., Catalogue of the Snakes Brit. Mus. London **1893—1896.**

BRAZIL VITAL, La défense contre l'ophidisme. São Paulo **1916.**

BREHMS, Tierleben. 4. Auflage, 5. Bd., **1913.**

CALMETTE, A., Les venins, Masson Paris **1907.** Kolle-Wassermann, Handbuch, 2. Aufl., Fischer, Jena **1913;** Kraus-Levaditi, Handbuch, Fischer, Jena; Mense, Handbuch, Leipzig **1914.**

CASTELLANI, A. und CHALMERS, A. J., Manual of trop. Med. London.

DITMARS, R., The reptile book. Page & Comp., New York **1908;** Rept. of the World. Stengis & Walton **1910.**

FAUST, E. St., Die tierischen Gifte. Handbuch Tierische Gifte. Braunschweig **1906.**

FAYRER, J., Thanatophidia of India. J. u. A. Churchill, London **1872.**

FITZSIMONDS, F. W., The snakes of south Africa. Cape Town.

FLURY, F., Tierische Gifte. Naturwissenschaften **1919,** Carnegie Inst.

KAUFMANN, C., Les vipères de France. **1896.**

KRAUS, R., Kolle-Kraus-Uhlenhuth, Handb. d. path. Mikroorg., 3. Aufl.

NOGUCHI, Snake venoms. Washington **1909.**

PHISALIX, M., Animaux venimeux et venins. Masson Paris **1922.**

PICK, E. P. und SILBERSTEIN, F., Kolle-Kraus-Uhlenhuth. Handbuch der pathog. Mikr., 3. Aufl.

SACHS, H., Kolle-Kraus-Uhlenhuth. Handbuch path. Mikr., 3. Aufl.

SCHLOSSBERGER, H. und KUMIOMI ISHIMORI, Oppenheimer Handbuch. Fischer, Jena **1924.**

STEJNEGGER, L., The Poisonous snakes of North America. Nat. Museum, Washington **1895.**

WEIR MITCHELL und REICHERT; seit 1927 erscheint Bullet. of the Antivenin. Inst. of Americ., Glenolden PA., USA.

Grundlegende Arbeiten.

CALMETTE, A., C. R. Soc. Biol. 46, **1894;** C. R. Ac. Sc. **1894;** Arch. Phys. **1894;** Ann. Pasteur **1892, 1895.**

FRASER, Proc. R. Soc. Edinb. 20, **1895;** Brit. med. Journ. **1895.**

KAUFMANN, C., C. R. C. Biol., 14, **1894.**

KYES, KYES und SACHS, s. Sachs.

MARTIN, C. J. u. CHERRY, Proc. R. Soc. of N.S.W. **1898.**

PHISALIX und BERTRAND, C. R. Ac. Sc. 18, **1894.**

SEWALL, H., Am. Journ. of Phys. 7, **1887.**

Allgemeines über Schlangen.

BOULENGER, G. A., A List of the Snakes of Africa. Proceedings Zoological Society of London **1915.**

—, The Snakes of Europe. London, Methuen & Co. Ltd. **1913.**

Boulenger, G. A., Catalogue of Snakes in the Collection of the British Museum. 3 Bde. London **1893—1896.**

Brehm, Tierleben. 4. Aufl., 5. Bd. Leipzig und Wien **1913.**

Krefft, G., The Snakes of Australia. Sydney **1869.**

Mitchell, P. C., Monkeys and the fear of Snakes. Proc. Zool. Soc., London **1922.**

Schmidt, K. P., The truth about Snake Stories. Field Mus. Nat. Hist. **1929;** Zoology, Leaflet 10.

Wall, F., A Popular Treatise of the Common Indian Snakes.

—, A Monograph of the Sea Snakes. Mem. Asiat. Soc. Bengal, Calcutta **1909.**

—, The Snakes of Ceylon, Ophidia Taprobanica. Colombo **1921.**

Sternfeld, R., Die Schlangen Deutsch-Südwestafrikas. Die Schlangen Deutsch-ostafrikas. In: Fauna der deutschen Kolonien. Berlin, R. Friedländer, **1910.**

Giftschlangen.

Berncastle, I., On the distinction between the harmless and venomous snakes of Australia. Austral. M. Gaz. **1870,** II, p. 21.

Ewart, I., The poisonous snakes of India. **1878.**

Fayer, I., The Thanatophidia of India. London **1874.**

Phisalix, L., Les animaux venimeux. Paris **1922,** 2 Bde.

Stejneger, L., The Poisonous Snakes of North. America. Smith Inst. N. S. Nat. Mus. **1893,** p. 337—487, 19 pl., 70 fig.

Wall, F., The distinguishing characteristics between poisonous and non poisonous snakes. Journ. of Bombay Soc. 1902, XIV, p. 93—102, pl. A. D.

—, The poisonous terrestrial Snakes of our British Indian dominions, Bombay Nat. Hist. Soc. **1917.**

Werner, F., The poisonous Snakes of the Anglo-Egyptian Sudan. Third Rep. of the Welcome Research. Lab. at the Gordon Mem. Coll. Khartoum **1908,** p. 173—186.

Schädel und Gebiß der Schlangen.

Bavay, A., Le serpent cracheur de la côte occidentale de l'Afrique. Bull. Soc. Zool. France **1895.**

Boulenger, G. A., Remarks on the dentition of Snakes and on the evolution of Poison-fangs. P. Z. S. of London, **1896,** p. 616.

—, E. G., On a Colubrid snake (Xenodon), with a vertically movable maxillary bone. Proc. Zool. Soc. of London, **1915,** p. 83—85.

Curtis, H., Notes on two Specimens of Spitting snakes from Southern Rhodesia. Fourth Report of the Wellcome Tropical Research Laboratories at the Gordon Memorial College Khartoum **1911.**

Koch, M. und Sachs, W. B., Über zwei giftspeiende Schlangen, Sepedon haemachates und Naia nigricollis. Zoolog. Anzeiger, Leipzig **1927,** 70.

Phisalix, M., Modifications que la fonction venimeuse imprime à la tête osseuse et aux dents chez les serpents. Ann. des Sc. Nat. Zool. 9e Ser. **1912,** XVI, p. 161—205, 1 pl. 58 figs.

—, Anatomie comparée de la tête et de l'appareil venimeux chez les Serpents. Ann. des Sc. Nat. Zool. 9e Ser. **1914,** XIX. 114, p. 73, fig. 5, pl. en couleur.

Rabuy, I., The anatomy of the poisonous apparatus of the Rattle-snake. Philos. Trans. **1727,** XXXI, p. 677.

Röse, C., Über die Zahnentwicklung der Kreuzotter (Vipera berus L.). Anat. Anz. **1894,** IX, p. 439—451, 10 Fig.

Sarkar, C. S., A comparative Study of the Buccal glands and Teeth of the Opisthoglypha, and a discussion of the evolution of the Order from Aglypha. Proc. Zool. Soc. London **1923.**

SMITH, TH., On the structure of the poisonous fangs of serpents. Philos. Trans. **1818**, C VIII, p. 472.

SHUNKARA-NARAYANA PILLAY, R., Notes on the structure of the teeth of some Poisonous Snakes found in Travancore. The Annals and Mag. of Nat. Hist. 7th Ser. **1904**, XIII, p. 238.

WEST, G. S., On the poison apparatus of certain snakes. Rep. 65th Meet. Brit. Ass. Adv. of Sc. **1895**, p. 737.

Kiefermuskulatur.

HAAS, GEORG, Verschiedene Arbeiten in Zool. Jahrb. Anat, 1929—30.

HAGER, P. K., Die Kiefermuskeln der Schlangen und ihre Beziehungen zu den Speicheldrüsen. Zool. Jahrb. anat. **1906**, XXII, p. 173—224, Pls. X—XIV.

KATHARIER, L., Die Mechanik des Bisses der solenoglyphen Giftschlangen. Biol. Centralbl. **1900**, XX, p. 45.

ROSÉN, N., Über die Kaumuskeln der Schlangen und ihre Bedeutung bei der Entleerung der Giftdrüse. Zool. Anz. **1904**, XXVIII, p. 1—7.

Giftdrüse und ihre Sekretion.

BOBEAU, G., Faites histologiques indiquant une fonction endocrine dans la glande à venin des Ophidiens. C. R. Soc. Biol. **1912**, LXXII, p. 880.

DYCHE, L. L., The poison-gland of a rattle-snake during the period of hibernation, Topeka Trans. Kans. Acad. Sci. **1909**, XXII, p. 312—13.

EMERY, C., Über den feineren Bau der Giftdrüse der Naja haje. Arch. f. mikr. Anat. **1875**, IX, p. 561—568, pl. XXIII.

LAUNOY, L., Elaboration du vénogène et du venin dans la glande parotide de la Vipera aspis. C. R. Ac. des Sc. **1902**, CXXXV, p. 539.

LINDEMANN, W., Über die Sekretionserscheinungen der Giftdrüse der Kreuzotter. Arch. f. mikr. Anat. **1898**, LIII, p. 313.

MARTIN, H., Recherche sur le développement de l'appareil venimeux de la Vipera aspis. Congr. Ass. des Anat. 1re. Sess., Paris **1899**, p. 56—66.

MARTIN, C. I., Snakes, snake poisons and snakes bites. Journ. of the Sydney Univ. Méd. soc. 4 dec. **1895**.

PHISALIX, MARIE, Signification morphologique et physiologique du renflement du canal excrétéur des Vipéridés. Bull. du Mus. d'Hist. Nat. 23 dec. **1914**, p. 408.

Blutgefäße des Kopfes.

BRUNER, H. L., On the cephalic veins and sinuses of Reptiles with a description of a mechanism for raising the venous blood pressure in the head. Am. Journ. of Anat. **1907**.

O'DONOGHUE, CH. H., The circulatory system of the common Grass-snake. Proc. Zool. Soc. of London **1912**, Part. III, p. 612—647, taf. LXX—LXXII, Textfig. 86—91.

Gift bei ungiftigen Schlangen.

ALCOCK and ROGERS, Toxicité de la salive de Colubridés opistoglyphes et aglyphes. Proc. R. Soc. **1902**, 70; zit. nach PHISALIX.

BRAZIL, V. e VELLARD, J., Brazil med. **1925**; Med. Inst. Butantan **1926**.

KRAUS, R., Biologische Studien über das Gift der Kopfdrüse ungiftiger Schlangen. M. m. W. **1922**; Brazil med. **1922**.

LEYDIG, F., Kopfdrüsen einheimischer Ophidier. Archiv f. mikr. Anat. **1873**, 9.

MARTINS MAUR, Las opistoglyphas brasileiros e o su veneno. Thèse Rio de Janeiro **1916**.

PENTEADO, D., Estudios histologico das glandulas de cabeça dos ofidios brasileiros. Mem. do Inst. de Butantan **1918,** I.
PHISALIX, l. c. II, S. 500 (Literatur, S. 583).

Gewinnung der Schlangengifte.

BRAZIL VITAL, l. c.
CALMETTE, A., l. c.
FAUST, E. ST., l. c.
HOUSSAY, B. A., Cantidad de ponzona suministrada por las serpentes de la Argentina. Rev. med. Assoc. Arg. **1923,** 36.
PHISALIX, M., l. c. S. 470.

Eigenschaften der Schlangengifte.

Neurotoxine.

BANG und OVERTON, Studien über die Wirkungen des Cobragiftes. Biochem. Zschr. **1911,** 31, 34.
CALMETTE, A., l. c.
FLEXNER and NOGUCHI, The constitution of snake venom and snake sera. Univ. Pensylv. Med. Bull. **1901—1904.** On the plur. of cytolys. in snake ven. J. of path. a. bact. **1905,** 10.
ISHIZAKA, Studien über das Habuschlangengift. Zschr. f. exp. Path. **1907,** 4.
LAMB and HUNLER, Action of venoms of different species of poisonous snakes and the nervous system. Zit. nach PHISALIX, Lancet **1904—1907.**
NOC, Sur quelques propriétés physiologiques de differents venins de Serpents. Ann. Pasteur **1904.**

Hämorrhagin.

FLEXNER and NOGUCHI, Snake venom in relations to haemolysin and toxicity. J. of exp. med. **1902.**

Hämolyse.

BANG, BANG und FORSSMANN, B., s. SACHS.
BANG und OVERTON, s. SACHS.
CALMETTE, A., C. R. Ac. Sc. **1902, 1908;** Ann. Pasteur **1909.**
COCA, A. F., The plural of the tox. snake venom. Zschr. f. Imm. Forsch. **1912,** 12.
CUNINGHAM, zit. nach PHISALIX, S. 655.
DELEZENNE et LEDEBT, Action du venin de cobra sur le sérum de cheval. Ses rapports avec haemol. C. R. Ac. Sc. **1911/12.**
DELEZENNE et FOURNEAU, Nouvelle contribution à l'étude des subst. haemolyt. dérivées du sérum et du vitellus de l'œuf soumis à l'action de venins. Constitution du phosphatide haemolysant provenant à l'action du venin de cobra. Bull. Soc. Chem. de France **1914.**
v. DUNGERN, v. DUNGERN und COCA, s. SACHS.
FLEXNER and NOGUCHI, The influence of colloids upon the diffusion of Haemolysin. J. of exp. med. **1906.**
HOUSSAY, NEGRETTE y SORDELLI, Accion hemolitica de algunos venenos de serp. Rev. As. Med. Arg. **1922.**
KYES, s. SACHS.
LAMB and HANNA, Somes observations on the Problem of Russel Viper. J. of path. a. bact. **1902.**
MANWARING, s. SACHS.

Martin, On some effects upon the blood produced by the injection of the venom of the Austral. black snake. J. of phys. **1893, 1896.**

Martin and Smith, The venom of the australian black snake. J. a. Proc. R. Soc. of N. S. W. **1892,** 26; **1895,** 29.

Morgenroth, s. Sachs.

Noc, Sur quelques propriétés physiologiques de différents venins de Serpents. Ann. Pasteur **1904.**

Noguchi, A study on the prot. act. of snake ven. upon blood corpuse, on certain thermostabile venom activ, on extra and intracellul. activ. of the blood. J. of exp. med. **1905—1907.**

Phisalix, C. R. Soc. Biol. **1899, 1902.**

Stephens and Myers, The action of cobra poison on the Blood, on the haemolyt. act. of snake toxins. J. of path. a. bact. **1898—1900**; Br. m. J. **1898**.

Leukocidine.

Flexner et Noguchi, J. of exp. med. **1902.**

Martin, On some effects upon the blood produced by the injection of the venom of the Austral. black snake. J. of phys. **1893.**

Weir Mitchell and Reichert, Res. upon the venom of poison serp. Smith's Contr. to Knowl 26, Washington **1886.**

Bakterizidie.

Calmette, l. c.

Goebel, Action du venin de Cobra sur les Trypanosomes. Ann. Soc. Med. de Gand. **1905,** 85.

Flexner and Noguchi, Snake venom in relations haemolysin, bacteriolyses and toxicity. J. of exp. med. **1902,** 6.

Noc, Propr. bacteriol. et anticytas. du venin de Cobra. Ann. Pasteur **1905.**

Welch and Ewing, The action of the rattle snake venom upon the bact. properties of the blood. Zit. nach Phisalix, S. 715.

Hämagglutination.

Goebel, Contr. à l'étude de agglut. par le venin de cobra. C. R. Soc. Biol. **1905.**

Koaguline und Antikoaguline.

Arthus, L'antithrombine engendrée dans les intoxications proteiques est-elle exclusivement d'origine hepaleique. C. R. Soc. Biol. **1919;** De la spécifité des sérums antivenimeux. Venins coagulants et anaphylaxie. A. int. de phys. **1912/13.**
A. int. de phys. **1912/13.**

Arthus et Stawska, De la vitesse de réaction des antivenins. A. int. de phys. **1912/13.**

Brazil Vital e B. Rangel Pestana, B., Nova contribuçao ao estudo do envenamento ophidico VI Acção coagulante. Rev. med. São Paulo **1909/10.**

Brazil Vital et Vellard I., Ann. Past. **1928**.

Calmette und Noc, Ann. Pasteur **1904.**

Delezenne, Formation d'une substance anticoagulante. Rôle resp. du foie et des leucocytes. A. Phys. **1896, 1898;** Erythrocytes et action anticoagul. C. R. Soc. Biol. **1899.**

Houssay y Sordelli, Estudios sobre los venenos. Rev. del. Inst. Bact. **1918/19**; C. R. Soc. Biol. **1918/19.**

Houssay, Sordelli y Negrette, ebenda.

Houssay, Marenji y Mazocco, C. R. Soc. Arg. Biol. **1929.**

Lamb, zit. nach Phisalix, S. 696.

Morawitz, Über die gerinnungshemmende Wirkung des Cobragiftes. A. f. kl. Med. **1904.**

Rossognole, G., Soc. Arg. de Biol. **1927.**

Phisalix, s. ausführliche Literatur, S. 659.

Fermente.

Abderhalden und le Count, E. R., Die Beziehungen zwischen Cholesterin und Cobragift, Tetanustoxin, Saponin und Solasin. Zschr. f. exp. Path. **1905.**

Flexner and Noguchi, The constitution of snake venom and snake sera. Univ. Pensylv. Med. Bull. **1902/03.**

Houssay y Negrette, Action de los venenos de Serpientes sobre los Jiodocarbovatos, las graras y la leche. Experimentos sobre las propriedades diastaticas, de los organos de lach. alt. Rev. Inst. bact. Buenos Aires **1918.**

Guerini, G., Ricerche sulle Lisocithine. Boll. dell'Inst. Sierot. Milanese **1925.**

Neuberg Rosenberg, Lipolyse, Agglutination und Hämolyse. B. kl. W. **1907.**

Otero, Sobre la accion proteolitica de los venenos de Serpientes. Rev. Inst. bact. Buenos Aires **1919.**

Lysocithin.

Belfanti, S., Boletino Inst. Sieroter. Milanese **1925, 1927,** Bioch. Zeitschr., Bd. 154.

Contardi, A. und Latza, P., Bioch. Zeitschr. **1928.**

Delezenne, Inst. Pasteur **1919;** C. R. Ac. Sc. **1912;** C. R. Soc. Biol. **1912.**

Delezenne, Fourneau et Ledebt, C. R. Ac. Sc. **1922.**

Guerrini, G., Boletino Inst. Sieroter. Mil. **1925.**

Mazzoco, Soc. de Biol. **1923.**

Neppi, B. Soc. de Biol. **1925.**

Experimentelle Analyse.

Arthus, A. int. de phys. **1910—1913.**

Arthus et Stawska, De la vitesse de la réaction des antivenins sur les venins. Études sur les venins de serpents. Recherches expérimentales sur la sérothérapie anticobraique. A. int. de phys. **1912,** 11, 12.

Cushny, zit. nach Phisalix.

Houssay y Pave, Accion curarisante de los venenos de los serpentes. Rev. As. Med. Argentin. **1922,** 35.

Houssay, Negrette y Mazzocco, Accion de los venenos sobre el nervio y musculo aislados. Rev. med. As. Argentin. **1922,** 35.

Margenta, Accion de los venenos sobre el corazon. Rev. med. As. Argentin. **1922,** 35.

Vellard y Miravent, Accion de los venenos sobre el utero y el intestino aislados de cobayo. Rev. med. As. Argentin. 32.

Chemisch-physikalische Faktoren.

Catan, M. und Houssay, Rev. Asoc. Med. **1920;** Rev. Inst. Bact. **1921.**

Faust, l. c. S. 1778.

Phisalix, l. c. II, S. 478.

Otero, Rev. Inst. bact., Buenos Aires **1919.**

Noguchi, The photod action of Eosine and Erythros upon. snake venom. J. of exp. med. **1906,** 8.

Teruchi, Zschr. f. phys. Chemie **1907,** 54.

Ophio-, Crotalotoxine.

Faust, Über das Ophiotoxin aus dem Gifte der Brillenschlange Cobra di Capello. A. f. exp. P. u. Ph. **1907,** 56.

—, Über das Crotalotoxin aus dem Gifte der nordamerikanischen Klapperschlange (Crotal adamanteus). Ebenda, **1911,** 64; Sitzungsber. d. Phys. med. Ges. Würzburg **1915.**

Flury, Naturwissenschaften **1919,** 7.

Schlossberger, l. c.

Toxoide.

Bächer, Kraus und Löwenstein, Über Toxoide 3. Mitt. Zschr. f. Imm.-Forsch. **1925,** 45.

Calmette, Ann. Pasteur **1894.**

Flexner u. Noguchi, J. of exp. med. **1902,** 6; J. of med. res. **1904.**

Ishizaka, l. c.

Phisalix, C. R. Soc. Biol. **1904, 1906.**

Phisalix u. Bertrand, C. R. Soc. Biol. **1894,** 46; A. de phys. **1894,** 6.

Renaud, M., C. R. Soc. Biol. 1930.

Präcipitine.

Brazil Vital, l. c.

Calmette et Massol, Les Précipitines du sérum antivenimeux vis à vis du venin du cobra. Ann. Pasteur **1909.**

Houssay, Negrette y Sordelli, Propr. precip. de los sueros antiofidicos. Rev. Inst. Bact. Buenos Aires **1917.**

Lamb, On the precipitin of cobra: a mean of distinguishing between the proceed, of different snake poison. Lancet **1902, 1907.**

Lucas de Asumpçao, Brazil med. **1922.**

Myers, The standardisation of antivenomous serum. Lancet **1900.**

Giftempfindlichkeit, natürliche Immunität.

Brazil Vital, l. c.

Calmette, Expér. sur l'immunité de la Mangouste. Ann. Pasteur **1895.**

Calmette et Deléarde, Sur le propriété des humeurs et des animaux réfractaires. Ann. Pasteur **1896.**

Iglesias, F., Ann. Paul. de med. **1917.**

Kraus, R., Brazil med. **1923;** Med. Kl. **1924;** M. m. W. **1923.**

Lewin, Beitrag zur Lehre von der natürlichen Immunität. D. m. W. **1898.**

Rudolph, M., M. m. W. **1922;** Brazil med. **1922.**

Gewinnung der Sera, Spezifizität, Prüfung, Konzentration, Anwendung.

ARTHUS et STAWSKA, Venins et antivenins. Recherches exp. sur la séroth. anticobr. A. int. de phys. 11. Dez. **1912.**

BRAZIL VITAL, Serotherapia antiophidica. Serum antiophidico. Dosagems do valor antitoxico dos ser. antiophid. La defense. Rev. med. São Paulo **1902, 1906, 1907;** Brazil med. **1903, 1916.**

CALMETTE, Les venins. Ausf. Literatur. Ann. Pasteur **1892, 1894, 1895, 1896, 1897;** C. R. Soc. Biol. **1894;** C. R. Ac. Sc. **1894, 1904.**

CALMETTE et MASSOL, Relations entre le venin de Cobra et son antitoxine. Ann. Pasteur **1907;** Bull. soc. path. **1908;** C. R. Ac. Sc. **1914.**

FLEXNER und NOGUCHI, Upon the production of anticrotalus serum. J. of med. res. **1904.**

HUGH, W. and ACTON KNOWLES, R., Ind. J. of med. res. **1915.**

HOUSSAY y NEGRETTE, Especifidad de la action antitoxica de los sueros contra la ponzoña de serp. Rev. med. Asoc. Argentin. **1923,** 36.

KANTHAK, zit. nach PHISALIX.

KITASHIMA, On Habu venom and its serumtherapy. Biol. J. of sc. med. **1908.**

KRAUSE, A. f. Schiffs- u. Trop.-Hyg. **1907.**

LAMB, Snake venoms; their physiol. act. and antidote. On the serumtherapie in cases of snake bite. Glasgow med. j. **1903;** Lancet **1904.**

MADSEN and NOGUCHI, Toxins and antitoxins. Snake venoms and antivenins. J. of exp. med. **1906/07.**

MYERS, On the interaction of toxins and antitoxins. Zit. nach PHISALIX, Lancet **1898;** J. of path. a. bact. **1899, 1900.**

PHISALIX et BERTRAND, C. R. Ac. Sc. **1894, 1897, 1913;** C. R. Soc. Biol. **1894, 1896, 1897, 1898;** A. phys. **1894.**

SAMPLE and LAMB, The neutralising power of Calmette antivenom, serum; its value in the treatment of snake bite. Br. med. J. **1899.**

STEPHENS and MYERS, Test tube reactions between cobra poison and its antitox. Br. m. J. **1898;** J. of path. a. bact. **1898.**

TIDSWELL, Austral. med. Gaz. **1902;** zit. nach PHISALIX, S. 798.

Avidität, Antitoxine und Wertbestimmung.

BRAZIL VITAL, l. c.

CALMETTE et MASSOL, l. c.

HOUSSAY y NEGRETTE, Proporciones en que el suero antiofidico neutralisa la ponzoña de las serp. Rev. med. Argentin. **1921.**

KRAUS, R., Studien über antitoxische Schlangen- und Antiskorpionensera. Zschr. f. Imm. Forschung. **1924,** 41.

KRAUS, R. und ROCHA BOTELO, Zur Frage der Auswertung antitoxischer Sera. Haupt- und Nebenantitoxine im Elapsserum. Brazil med. **1922—1924;** M. m. W. **1922—1924.**

Serumtherapie der europäischen Vipernbisse.

KRAUS, R., W. kl. W. **1926, 1928.**

HOCHE & MORITSCH, Wiener Kl. W., 1927.

MORITSCH, Wiener Kl. W. 1926.
— & PIRKER, Wiener Kl. W. **1928.**
OTTO, R., Klin. Wochenschr. **1927;** Zeitschr. f. Hyg. **1929;** Arch. f. Hyg. **1930.**

Gift und Giftwirkung.

ACTON, H. W. et KNOWLESS, R., The dose of venom given in nature by a Cobra of a single bite. Ind. Journ. of Med. Research, jan. **1914,** I, 3, p. 388—413.

—, The dose of venom given in nature by Echis carinata of a single bite id. p. 414 bis 424.

BONAPARTE, Prince LUCIEN, Analyse du venin de Vipère et découverte de la Vipèrine. Gaz. tosc. delle Soc. Medico-fisiche, **1843,** p. 169.

FAUST, E. S., Die tierischen Gifte. Braunschweig **1906,** XIV, p. 248.

—, Über das Ophiotoxin aus dem Gifte der ostindischen Brillenschlange, Cobra di capella. Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Leipzig **1907,** LVI, p. 236—239.

—, Über das Crotalotoxin aus dem Gifte des Crotalus adamanteus. Ibid. **1910,** LXIV, p. 246—273.

FLEXNER, S. and NOGUCHI, H., The constitution of snake venom and snake sera. Journ. of Path. and Bact. **1903,** VIII, 379—410.

FRITZ-SIMMONS, F. W., Snake Venoms and its effects especially on other Snakes. S. African Journ. Science Bulawayo, **1921,** 17.

KINGHORN, I. R., Snakes, Their Fangs and Venom apparatur. The Action of Venom and the Treatment of Snake Bite. Austral. Mus. Magazine, Sydney **1921,** I, 1.

KNOWLES, R. The Mechanism and Treatment of Snake Bite. Transact. Roy. Soc. Tropical Medecine Hyg. London **1921,** 15.

ISHIZAKA, T., Studien über das Habuschlangengift. Zeitschr. f. exp. Path. u. Ther., **1907,** IV, p. 88—117.

MARTIN, G. I. and SMITH, G., The venom of Australian Black snake. Proc. Roy. Soc. of N. S. Wales, **1892,** XXVI, p. 240.
1907, IV, p. 88—117.

MITCHELL, S. W., The venom of Serpents. Med. Times and Gaz. London **1869,** I, 137.

MITCHELL, S. W. and REICHERT, E. T., Researches upon the venom of poisonous Serpents. |Smiths. Cont. to knowledge **1886,** XXVI. Enthält die gesamte Bibliographie vor **1885.**

PHISALIX, C., Démonstration directe de l'existence, dans les venins de Vipère, de principes vaccinants, indépendants des substances toxiques.

—, Nouveaux procédès de séparation de l'échidnase et de l'échidno-vaccin du venin de Vipère. Long. int. de Méd. de Moscou, août **1897.**

WALL, A. J., Indian snake poisons their nature and their effects. 1. vol. in 8°, 171 p., London.

WOLFENDEN, N., On "Cobric acid" a so called constituent of Cobra venom. Journ. of Physiol. **1876,** XII.

—, On the nature and action of the venom of Poisonous snakes. Journ. of Physiol. **1886,** VII, p. 327—364.

Bekämpfung der Giftschlangen u. a.

BRAZIL, V., La défense contre l'Ophidisme. S. Paulo **1914.**

ANONYMUS, Harmless and Useful snakes. Zool. Soc. Bulletin, New York **1926,** 29.

BLUM, I., Die Verbreitung der Kreuzotter in Deutschland. Frankfurt a. M. **1888.**

DALLA TORRE, Die Schlangen Tirols. Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg, **1912.**

FITZ-SIMMONS, F. W., The Snake Park. Port-Elizabeth-Museum S. Africa **1921.**

GUTHRIE, I. E., The .Snakes of Jowa. Jowa State Coll. Agric. Bulletin, Ames. Jowa **1906,** 239.

MARKTANNER-TURNERETSCHER, G., Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der Giftschlangen in Steiermark. Mitt. Naturwiss. Verein für Steiermark **1903, 1904, 1906.**

PUSCHNIG, ROMAN, Beitrag zur Kenntnis der Formen und der Verbreitung der Viperarten in Kärnten. „Carinthia" **1913,** II; zweiter Beitrag **1914,** II.

SAJOVIC, G., Zur Vertilgung der Giftschlangen in Krain im Jahre 1914. Laibacher Zeitung, **1915.**

VEITH, G., Giftschlangen und Naturschutz. Verh. Zool. bot. Ges., Wien 1925.

WICHAND, BERNHARD, Zur Verbreitung von Vipera berus (L.) in der Umgebung von Leipzig nebst einigen Bemerkungen über die Gefährlichkeit des Bisses der Schlange. Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, **1908,** XIX, p. 30—32, 40—43.

ZIMMERMANN, R., Über die Gefährlichkeit der Kreuzotter. Ebenda **1908,** XIX, p. 90—91.

Literatur über Schlangengift und Behandlung der Schlangenbisse, Med. Gazette 1896—1927.

Bd. 31 (1896). HANKIN, E. H., A supply of snake venom antitoxin for India, p. 56—59.

„ 34 (1899). HANKIN, E. H., The action of cobra poison on the blood (Path & Bact) Original in Il. of Path. and Bact. 1897.

„ 35 (1900). The haemolytic action of snake toxins and toxic sera, 450. —

„ 35 (1900). HANKIN, E. H., The haemolytic action of snake toxins and toxic p. sera, 450.

„ 36 (1901). ELLIOT, R. H., On the value of the serums of the Russell's Viper and the cobra as antidotes to the venoms of those snakes, p. 81—84.

„ 36 (1901). ELLIOT, R. H., Ditto continued, p. 134—135.

„ 36 (1901). LAMB, G., On the action of snake venom on the coagulability of the blood, p. 443—447.

„ 37 (1902). LAMB, G., Snake venome, cobra and Daboia (Corr. note), p. 145.

„ 37 (1902). CARR-WHITE, Is antivenene of any value in cobra poisoning, p. 431—434.

Bd. 38 (1903). PEAL, H. W., Antivenene as an antidote for sea snake-bite, p. 276 bis 277.

„ 39 (1904). ROGERS, L., Colubrine & Viperine snake venoms, p. 30—32.

„ 39 (1904). ELLIOT, R. H., Study of the action of Indian Cobra Poison, p. 169 bis 172.

„ 46 (1911). DE CASTRO, B., A few more constant signs of diagnosing certain snakes and their treatment, p. 419—421.

„ 48 (1913). WALL, F., Treatment of snake poisoning, p. 428—430.

„ 50 (1915). DENNYS, G. W. P., Analysis of snake-bite cases reported in Central Provinces, p. 441—451.

„ 51 (1916). DENNYS, G. W. P., Experiments with snake venoms and some important notes, p. 103—105.

„ 53 (1918). BOYD, T. C., Experiments with cobra venoms, p. 170—172.

„ 54 (1919). WALL, F., Snake venom as a Therapeutic agent, p. 330—331.

„ 54 (1919). DAHUKHANAWALLA, How a snake catches his prey (some photographs), p. 340—344.

„ 56 (1921). HAZRA, M. M., Thirty cases of snake bite treated with different drugs, p. 404—408.

„ 31 (1896). HAZRA, M. M., Snake-bite serum (Medical notes).

„ 34 (1899). CHATTERJI, N., A note on snakes, snake-bite & treatment, p. 85—88.

„ 35 (1900). BROWNING SMITH, S., A case of snake-bite, p. 177—178.

„ 36 (1901). SCOTT REID, A., Rules for treatment of snake-bite, p. 372—374.

„ 37 (1902). BASU, B. B., A case of snake-bite, p. 100.

„ 37 (1902). KENRICK, W. H., Death from snake-bite, p. 474.

„ 37 (1902). MURISON, C. C., Three cases of snake-bite (Daboia Russellii), p. 475—476.

„ 39 (1904). MURISON, C. C., A cobra-bite case-recovery (corr.), p. 138.

„ 40 (1905). GHOSAL, A case of snake bite-recovery, p. 18—19.

„ 40 (1905). OXLEY, J., Fancy cures of snake-bites (services notes), p. 115.

„ 41 (1906). MACGREGOR, R. D., A case of cobra-bite-recovery, p. 361—363.

„ 42 (1907). HIRST, G. G., A fatal case of snake poisoning, p. 130—131.

„ 42 (1907). WALL, F., A case of viperine snake poisoning-recovery, p. 418—419.

„ 43 (1908). PATERSON, J. F., Viperine snake poisoning (corr.), p. 75.

„ 45 (1910). BOSE, F. N., An interesting case of cobra-bite (corr.), p. 75—76.

„ 45 (1910). BANERJI, R. P., The Echis carinata bite, p. 140.

„ 45 (1910). CLARKSON, Snake-bite in Bengal, extract Sanitary Report, Bengal, p. 144—145.

„ 45 (1910). DE CASTRO, B., A special snake-bite Lancet (corr.), p. 324.

„ 45 (1910). FRASER, F. C., Two cases of snake poisoning-recovery, p. 455—456.

„ 45 (1910). REINHOLD, C. H., A fatal case of snake-bite by Echis carinata, p. 456—458.

„ 46 (1911). DE CASTRO, B., Length of Russell's viper (Short note), p. 116.

„ 46 (1911). DE CASTRO, B., Snake-bites and mortality, extract Govt. of India, Resolution on deaths from wild animals 1910, p. 436.

„ 47 (1912). CAMPBELL, R. N., Treatment of snake bite, extract Assam Report, p. 409.

„ 48 (1913). CAMPBELL, R. N., Review on book on poisonous Terrestrial snakes of India, by Major F. WALL, 3rd edition, p. 403.

Bd. 49 (1913). White, P. C., A case of cobra poisoning-recovery, p. 430—431.
„ 49 (1914). White, P. C., A fatal case of ophitoxaemia, p. 253.
„ 50 (1915). Khisty, B. R., A case of bite by Naia Tripudians at Harda-recovery, p. 219—220.
„ 50 (1915). A Cicil Surgeon, Russell's viper-bite (corr.), p. 474.
„ 51 (1916). A Cicil Surgeon, Treatment of snake-bite (note in current topics), p. 102.
„ 51 (1916). Hennessy, P. H., A case of snake-bite (Lachesis Borneensis), p. 219—220.
„ 52 (1917). Guha, Legro's solution and snake-bite (corr.), p. 300.
„ 53 (1918). Hennessy, P. H., A snake-bite (cobra) case (corr.), p. 154.
„ 53 (1918). Ardeshir, K., Bite from Echis carinata-recovery (corr.), p. 236.
„ 54 (1919). Taylor, Wall., A case of Daboia poisoning, p. 337—338.
„ 56 (1921). Tembe, R. S., Two cases of snake-bite, Echis carinata, p. 218.
„ 57 (1922). Michael, D. F., An unusual case of snake-bite, p. 17—18.
„ 57 (1922). Michael, D. F., Snake-bite in India. Editorial on paper by Knowles, p. 23—25.
„ 57 (1922). Michael, D. F., A snake-bite poster (current topics), p. 309.
„ 58 (1923). Wall, F., A snake bite poster (corr.), p. 94.
„ 58 (1923). Bali, Ram., Two fatal cases of snake-bite, p. 585—586.
„ 59 (1924). Mc Elderry, S. L., Gold Chloride in snake-bite (corr.), p. 112.
„ 59 (1924). Chuhar, Singh, A case of snakebite (Echis carinata) treated with Hypertonic Saline solution intravenously, p. 511—512.
„ 61 (1926). de Castro, B., A case of snake-bite due to Lachesis cantoris, p. 123—124.
„ 61 (1926). Harty, A. H., A case of cobra bite, p. 178.
„ 61 (1926). Raju, K. V., A case of cobra bite-recovery after bite by Russell's viper, p. 179.
„ 62 (1927). Chinal, J. E. L., Treatment of snakebite, p. 174.
„ 31 (1896). Chinal, J. E. L., Antivenene as an antidote for snake-bite (note), p. 79.
„ 31 (1896). Powell, A., Antivenene — a hint to collectors of snake-poison, p. 119.
„ 35 (1900). Baker, G. W., A case of snake-bite treated with Calmette's antivenene, p. 88.
„ 35 (1900). Wortabet, A case of snake-bite treated with antivenene — recovery, p. 89.
„ 35 (1900). Atal, P., Intracerebral injection of antivenene, p. 196.
„ 36 (1901). Scott Reid, A., A case of snake-bite treated with Calmette's antivenene — recovery, p. 17—18.
„ 36 (1901). Chapman, L. H., Three cases of snake-bite treated with antivenene, p. 135—136.
„ 36 (1901). Scott Reid, A., Treatment of snake-bite by Calmette's antivenene, p. 372—374.
„ 36 (1901). Binglay, A case of cobra-bite treated with Calmette's serum (antivenene) recovery, p. 413—414.
„ 37 (1902). Carr White, Is antivenene of any value in cobra poisoning, p. 431—434.

Bd. 38 (1903). PEAL, H. W., Antivenene as an antidote for sea snake-bite, p. 276 bis 277.
,, 39 (1904). MOHROOF, Poisonous snakes and Calmette's serum — successful case, p. 20.
,, 42 (1907). MOHROOF, Snake-bite treated with antivenene — Rep. Bom. Bactl. Lab. 1906, p. 423.
,, 50 (1915). MOHROOF, Snake-bite and antivenene (note), p. 307.
,, 61 (1926). ANDERSON, P. L., Snake-bite treated with antivenomous serum, p. 19—20.
,, 62 (1927). RAO, B. N., Two cases of snake-bite — Plea for more extensive use of antivenene, p. 724.
,, 39 (1904). BRUNTON, L., FAYRER, J., ROGERS, L., An easy and practical method of preventing death from snake-bite, p. 327—333.
,, 40 (1905). ROGERS, L., Five cases of snake-bite successfully treated with Permanganate of Potash, p. 41—42.
,, 40 (1905). BASHRAT HUSAIN, Permanganate and snake-bite (note under correspondence), p. 157—158.
,, 40 (1905). ROGERS, L., Twelve cases of snake-bite treated with Permanganate of potash-ten recoveries, p. 369—371.
,, 40 (1905). CHOUDHARI, L. N., Viper-bite in dog treated with Permanganate of potash-recovery, p. 400.
,, 41 (1906). MC CABE DALLAS, A. L. F., Permanganate treatment of snake-bite (Corr. note), p. 373.
,, 45 (1910). BANNERMAN, W. B., Treatment of snake-bite with Potassium permanganate, p. 201.
,, 45 (1910). ROGERS, L., Permanganate Intravenous for snake-bite, p. 234—234.
,, 46 (1911). ROGERS, L., Snake-bite and Potassium permanganate, Rep. Bom. Bact. Lab., p. 480.
,, 47 (1912). BANNERMAN, W. B., ,Treatment of snake-bite by Permanganate of Potassium, p. 381—382.
,, 47 (1912). ROGERS, L., Present position of the Permanganate treatment of snake-bite, p. 467—469.
,, 61 (1926). CHINAL, L., Potassium Permanganate Crystals in snake-bite, p. 370.
,, I (1913—1914). STEVENSON, Antivenomous serum for Echis carinata, p. 310—315.
,, I (1913—1914). ACTON & KNOWLES, New method of obtaining a Viperine antiserum, p. 326—335.
,, I (1913—1914). ACTON & KNOWLES, The dose of venom given in nature by a cobra at a single bite, p. 388—413.
,, I (1913—1914). ACTON & KNOWLES, The dose of venom given in nature by Echis carinata at a single bite, p. 414—424.
,, II (1914—1915). BANNERMAN, Report on treatment of snake-bite with potassium permanganate, p. 149—182.

Studies on the treatment of snake-bite

,, II (1914—1915). ACTON & KNOWLES, Section I General, p. 46—90.
,, II (1914—1915). ACTON & KNOWLES, Section II The use of physical remedies, p. 91—109.

Bd. II (1914—1915). ACTON & KNOWLES, Section III Relative value of well known local remedies, p. 110—146.

" III (1915—1916). ACTON & KNOWLES, Section IV The present position of antivenene therapy, p. 225—361.

Studies on concentration of anti-cobra serum.

" XI (1923—1914). CAIUS & IYENGAR, Paper I Concentration in vacuo and dilution, p. 601—609.

" XI (1923—1924). CAIUS & STEICHEN, Paper II Refractivity, p. 1163—1172.

" XII (1924—1925). CAIUS, STEICHEN & ANDERSON, Paper III Separation of the Proteins, p. 153—156.

" XII (1924—1925). CAIUS & STEICHEN, Paper IV Absorption spectrum, p. 499—501.

" XIII (1925—1926). MARTIN, Effect of formalin on snake venom Dimunity in toxicity of Daboia venom, p. 109.

" XIII (1915—1926). ANDERSON & CAIUS, Effect of storage on the potency of antivenomous serum, p. 113.

Rudolf Kraus

10 Jahre Südamerika

Vorträge über Epidemiologie und Infektionskrankheiten der Menschen und Tiere

Mit 108 zum Teil farbigen Abbildungen im Text

VIII, 182 S. gr. 8° 1927 Rmk 10.—, geb. 11.50

Inhalt: 1. Über Medizin und Hygiene in Südamerika. 2. Die Begründer der modernen Hygiene in Lateinamerika. 3. Die großen mikrobiologischen und serologischen Institute in Brasilien und Argentinien. 4. Hygienische Probleme in Argentinien. 5. Hygienische Einrichtungen der Stadt Buenos Aires. 6. Rio de Janeiro, das ehemals gefürchtete Gelbfiebernest, heute eine blühende Hauptstadt. 7. Die Gesundheitsverhältnisse in São Paulo und Uruguay. 8. Geschichtliches zur Epidemiologie Südamerikas. 9. Übersicht über die in Lateinamerika vorkommenden Infektionskrankheiten. 10. Über einige bakterielle Infektionskrankheiten: Milzbrand, Granuloma venereum, Bubonenpest, Lepra, Poradenitis inguinalis, Lymphogranulomatosis inguinalis. 11. Krankheiten durch Protozoen erzeugt: Malaria, Amöbendysenterie, Darmkrankheiten durch andere Protozoen, sporadisch vorkommende Protozoenkrankheiten, Südamerikanische Leishmaniose. Ulcus tropicum. 12. Spirochätosen (Leptospirillosen): Gelbfieber, Framboesie, Recurrens, Dengue. 13. Trypanosomenerkrankungen: Die Chagaskrankheit, Thyreoiditis parasitaria, Kropf und Kretinismus in Südamerika. 14. Krankheiten, hervorgerufen durch filtrierbares Virus (Rickettsia Bartonella): Variola, Alastrim, Flecktyphus, Verruga peruviana, Oroyafieber oder Carrionsche Krankheit). 15. Mykosen: Aktinomykose, Mycetoma Madurae, Madurafuß, Sporotrichose, Dermatitis verrucosa, Mykosen verschiedener Arten. 16 Blastomykosen. 17. Tierische Parasiten: Ankylostomiasis, Trichinella spiralis, Echinokokkenkrankheit, Filariosis, andere Darmparasiten. 18. Karzinom in Lateinamerika. 19. Schädigungen und Vergiftungen durch giftige Tiere: Über Giftschlangen und Serumbehandlung der Bisse, über Skorpione, über Giftspinnen, schmarotzende Insekten, der Sandfloh. 20. Schädigungen durch Nahrungsmittel: Beriberi. 21. Über Tierseuchen in Südamerika. 22. Zur Bekämpfung der Heuschrecken mittels des Coccobacillus d'Herelle in Argentinien. — Schlußbetrachtung.

Münchener medizin. Wochenschrift. 1927, Nr. 35: Verf. war 10 Jahre lang als Leiter großer hygienischer Anstalten in Südamerika tätig: 1913—1921 als Organisator des Instituts für nationale Hygiene in Buenos Aires, 1921—1923 an der Spitze des Instituts Butanton in São Paulo. An der Hand seiner glänzenden Vorbildung und seines unermüdlichen Arbeitseifers vermochte er der Geschichte der hygienischen Entwicklung dieser Länder den Stempel seiner Persönlichkeit aufzudrücken. Von allen wichtigen Seuchen der Menschen und der Tiere berichtet das kleine Werk, besonders aber über die, zu deren Klärung und fortschreitender Kenntnis der Verf. mit beitragen konnte. Die Kapitel über Chagas-Krankheit, Fleckfieber, giftige Schlangen, Tierseuchen sind glänzende Einführungen in diese schwierigen Gebiete. Der kurzen Erwähnung der übrigen Infektionskrankheiten pflanzlichen und tierischen Ursprungs Südamerikas fügt Verf. Nachweise über ihre Erforscher und deren Arbeiten bei. Vorausgeschickt sind einige kurze Ausführungen über Medizin und Hygiene, über Medizinstudium, über medizinische und hygienische Institute Südamerikas und mancherlei allgemeine gesundheitliche Fragen dieser Länder. Für jeden, der Südamerika mit den Augen des Arztes bereisen oder studieren will, sowie für den Tropen- und Kolonialhygieniker, ist das Buch eine unentbehrliche Fundgrube. zur Verth, Hamburg.


INSTITUTO BUTANTAN
7 DE 1 DE 1941
BIBLIOTHECA

